STUDI

ALGOLOGICI

STUDI
ALGOLOGICI

SAGGIO DI RICERCHE

SULLA

BIOLOGIA DELLE ALGHE

DI

ANTONINO BORZÌ

PROF. DI BOTANICA NELLA R. UNIVERSITÀ DI MESSINA

FASCICOLO I.

CON IX TAVOLE.

MESSINA
GAETANO CAPRA E C.° EDITORI

MDCCCLXXXIII.

PREFAZIONE.

Raccolgo nelle seguenti pagine i risultamenti di ricerche algologiche, alle quali ho atteso in questi ultimi anni di mia dimora in Messina. Iniziate nei difficili momenti della fondazione di un Laboratorio presso la Università, questo lavoro non avrebbe preso che assai più modeste proporzioni, se gli sperimentati benefici del mio soggiorno in una stazione marittima, come questa, tanto favorevole a indagini si fatte, non avessero tuttodì cresciuto in me vaghezza di seguitare in questa maniera di studi, traendone conforto grandissimo e incoraggiamento a perseverare nelle intraprese ricerche. Ebbi poscia, — e talora con gravi sacrifici — di che avvantaggiarmi quanto a materiali mezzi di indagine. Sicchè, quasi senza avvedermene, trovo oggi, dopo quattro anni di continuato lavoro, aumentata la mole dei miei studi, ed ultimato, con esito soddisfacente, lo esame di parecchie quistioni, che mi si erano spesso affacciate nel corso delle mie ricerche. Questa ragione e, più che mai, il proponimento che mi son fatto di attendere a nuovi studi, se non altro a complemento di quelli già iniziati, mi dànno la speranza di aggiungere, a questo primo, altri fascicoli che verranno alla luce, quanto più presto mi sarà possibile.

Per quello che spetta l'ordine e l'indole della materia presa a trattare, non mi resta che poco da dire. Allo stato presente delle nostre cognizioni lo studio delle Alghe offre interesse grandissimo sotto qualsiasi punto di vista esso venga fatto. E questo bisogno di indagini, comunque non ugualmente intenso, può ritenersi generale di qualunque forma si tratti: dapertutto il campo dell'Algologia presenta lacune

più o meno vaste da colmare, nuove conquiste da aggiungere ai domini della scienza. In tal guisa il mio libro sarebbe destinato ad accogliere svariati argomenti dedotti dalla Storia Naturale delle Alghe, e di preferenza relativi allo sviluppo ed alla Morfologia delle Clorofìcee, senza seguire in questo un ordine determinato quanto alla trattazione delle quistioni prese in esame.

Le indagini, delle quali riferirò, potranno, io credo, riuscire anche di qualche utile alla determinazione del valore sistematico di talune forme poco note, al pari di qualsiasi ricerca intesa alla conoscenza dello sviluppo di esseri come questi, dei quali è parola, così morfologicamente semplici. Quivi, per quel singolarissimo contrasto che esiste fra la vita e la organizzazione, la morfologica entità dell'organismo non puossi abbracciare che attraverso le fasi diverse, che ne compongono la esistenza. Sgraziatamente le nostre conoscenze sulla vita di tali esseri sono ancora molto imperfette: quel poco che ci è noto, non rappresenta che un insieme di sparsi frammenti staccati dalla storia filogenetica dell'intiero gruppo. Allo avvenire della Scienza è servato di rintracciare e coordinare le fila di questa intrigatissima trama. I risultamenti delle ricerche, di cui è oggetto questo lavoro, saranno quindi piccolo ma utile contributo alla conoscenza di tali organismi considerati anche dal punto di vista sistematico.

È questo dunque l' indirizzo seguito nel mio libro. Quanto alla scelta del materiale debbo alla Flora delle acque dolci e marine di Sicilia il più valido aiuto. E però questi studi, comunque estesi a pochi gruppi di Alghe, basteranno anche a darci una idea, per quanto imperfetta, delle ricchezze algologiche di questo paese. Mi sarebbe invero parso far cosa utile il premettere a queste pagine alcune considerazioni statistiche intorno alle Alghe siciliane. Questo lavoro, specie per quel che spetta alle forme terrestri, non è stato finora oggetto di particolare studio: le esplorazioni botaniche in Sicilia non sono state quasi mai rivolte a questo fine ed immensi tesori rimangono tuttora ignoti. Le mie ricerche stesse, da questo lato riguardate, sono troppo manchevoli. Nonostante parmi di qualche interesse lo apprendere dalle pagine seguenti i nomi di parecchie forme interamente nuove, od anche, non ancora rinvenute dentro i confini della Flora italiana, senza dire di altre, non poche, comuni al continente e che la Sicilia altresì possiede. E tutto questo dovrà certo incoraggiarci a far più o meglio, se queste ricerche non rispondono che troppo imperfettamento o male, al fine che mi son proposto.

Messina, 3 Settembre 1882.

A. Borzì.

CHLOROPHYCEAE.

STUDI ALGOLOGICI

ULVA Linn.

La sessualitá delle Ulvacee è stata argomento di parecchie pubblicazioni. Ad J. E. Areschoug (1) dobbiamo il primo cenno intorno a si fatto importante processo. Secondo questo botanico, le zoospore dell'*Enteromorpha compressa L.* sono suscettive di copulazione: la sessualitá avrebbe quivi piena applicazione nella forma la più elementare. I dubbî mossi da Janczewski e Rostafinski (2) sulla veritá del fatto accennato, inducevano l'illustre algologo svedese a nuovi studî, i quali, pienamente confermando le precedenti conclusioni, ristabilivano su basi più salde il principio della sessualitá delle Ulvacee (3). Tav. I.

Sebbene ad Areschoug non fosse sfuggito di osservare la necessitá che intervenga la conjugazione dei due germi sessuali mobili per lo sviluppo ulteriore della pianta, rimaneva tuttora da indagare, nelle sue più minute particolaritá, la germinazione delle zigospore e di estendere le nostre conoscenze sino alla genesi delle nuove frondi.

In un lavoro, pregevole per molti riguardi, testé pubblicato dal Prof. J. Reinke (4), troviamo colmata questa lacuna, specie per

---

(1) *Observationes Phycologicae II. de Urospora mirabili, Aresch et de Chlorozoosporarum copulatione*, negli *Nova acta reg. soc. sc. upsal.*, ser. III, vol. IX, con 2 Tav.

(2) *Observations sur quelques Algues possédant des Zoospores dimorphes*, nelle *Mém. de l'accad. de Cherb. 1874*, T. XIX.

(3) *De copulatione Microzoosporarum Enteromorphae compressae L.* nel *Botaniska Notiser*, N. 5, 1876, pag. 129-136.

(4) *Ueber Monostroma bullosum und Tetraspora lubrica Kg.* negli *Pringsheim's Jahrb. für wiss. Botan.*, XI.

Tav. I. quello che riguarda il *Monostroma bullosum*, forma diversa della precedente e d'acqua dolce. Le osservazioni di questo botanico sono di grande importanza, poichè ci porgono bastevole lume sull'intiero processo di sviluppo sessuale di quest' altra Ulvacea.

La copulazione delle zoospore è stata altresì osservata in una altra specie del genere *Enteromorpha* — la *E. clathrata* — dal Dott. Arnold Dodel (5); ma le ricerche di questo botanico si riferiscono soltanto alla conjugazione delle spore mobili, restandoci tuttora ignote le ulteriori fasi dello sviluppo sessuale di tale alga.

Quanto al genere *Ulva* inteso nel senso Thuretiano (6), eccetto che per qualche forma già indicata ed appartenente all'antico genere *Enteromorpha* (Linn.) rimane tuttora insoluta la quistione. Dobbiamo bensì al Thuret molte ed importanti notizie biologiche relative all'*Ulva Lactuca* (Linn.) Le Jolis (7). Il cenno del Thuret e gli eleganti disegni che lo accompagnano ci lasciano il sospetto che l'illustre Autore non sia stato bastevolmente fortunato nella ricerca dell'ufficio fisiologico delle zoospore, e perciò abbia attribuito a zoospore provviste di quattro ciglia (indicate da lui col nome di macrozoospore) la funzione di riproduzione in via agamica. A quello esperto osservatore non poteva di certo passare inosservato il fatto della costante sterilità delle zoospore a due ciglia (microzoospore), senza intravedere il vero ufficio di queste. Tal dubbio ci è chiaramente manifestato dalle seguenti parole, colle quali il Dottor Bornet, testimone alle osservazioni del Thuret, conchiude il breve cenno esplicativo alle citate ricerche intorno all'*Ulva Lactuca*:

" Quant aux zoospores à deux cils, il nous a toujours été im-
" possibles d'en obtenir la germination. Le plus souvent ils se dé-
" composent au bout de quelques jours: mais parfois on obtient un
" trés-petit nombre de germinations. D'où proviennent-elles? C'est
" ce que nous n'avons jamais pu déterminer avec certitude. Nous
" ignorons si elles sortent de macrozoospores accidentellement mêlés

---

(5) Nei *Sitzungsb. der Vers. der Naturf.* etc. München, 1877.

(6) *Note sur la synonymie des* Ulva Lactuca *et* latissima *L.* p. 13 nelle *Mém. de la soc. des Sc. nat. de Cherbourg*, 1854, Tav. II, p. 29.

(7) *Etudes Phycologiques* pubblicati dal D.r E. Bornet, Paris 1878, pag. 6-9. Tav. II-III.

“ aux microzoospores, de quelques-uns de ces zoospores bi-ciliés “ exceptionnellement gros, comme on en trouve çà et là parmi les “ microzoospores ordinaires, ou bien enfin de la copulation de deux “ microzoospores. „

Tav. I.

Astrazion fatta da tali considerazioni, per quanto bastevoli a giustificare il nostro vivissimo interesse di tentare nuove indagini, la enunciata quistione va considerata come un problema di generale importanza, la cui soluzione potrebbe servire ad illuminarci intorno ad alcuni fatti in apparenza contraditori, relativi alla storia dello sviluppo sessuale delle Ulvacee. Intendo fare allusione ad un recente lavoro del Dott. E. Bornet (8), nel quale è descritto lo sviluppo di una forma marina del genere *Monostroma* — il *M. Wittrockii* Born. — procedente esclusivamente da zoospore agamiche bicigliate, laddove identico processo evolutivo è stato osservato dal Reinke presso il *M. bullosum*, e soltanto quivi avente come punto di partenza germi derivati dalla copulazione di due zoospore. Così, mentre in una specie dello stesso genere l'atto sessuale si manifesta come essenziale ed esclusiva condizione per la riproduzione, nell' altra, siffatta condizione non è di alcun valore e manca addirittura. Per tale considerazione la sessualità dell'*Ulva Lactuca*, studiata nei suoi rapporti colle conoscenze finora acquisite su tale argomento, estesa alle altre Ulvacee, parmi possa meritare tutta la nostra attenzione.

Le mie ricerche si riferiscono all'*Ulva Lactuca L.* (9). La fronda di quest'alga, come è noto, si espande in ampio corpo fogliaceo, membranoso, lucido, d'un verde gajo, a contorno talora intiero, a volte variamente frastagliato e diviso in seni o lobi tondeggianti, o fenditure

---

(8) Ed. Bornet et G. Thuret, *Notes Algologiques*, 2º fasc., Paris 1880, pag. 176-178, Tav. XLV.

(9) Una diligentissima rassegna sistematica delle forme marine spettanti a questo genere leggesi a pagina 33 e seg. del noto libro di Le Jolis (*Liste des Algues marines de Cherbourg*, Paris, 1880). Attenendomi a questo lavoro, la pianta da me esaminata corrisponde precisamente alla specie indicata col nome di *Ulva Lactuca* (Linn.). Nelle mie ricerche ebbi parecchie volte tra mano alcune delle numerose varietà riferite dal Le Jolis a siffatta forma. I risultati ottenuti sono stati sempre gli stessi.

Tav. I. più o meno profonde, non di rado allungato in forma di nastro di larghezza assai variabile. Per mezzo della base assottigliata a mo' di stipite e di consistenza quasi cartilaginea, la pianta si attacca agli scogli sommersi, ai sassi dei bassifondi, formandovi densi ed eleganti cespuglietti lungo la costa, i quali spesso scomposti e travolti dal ripercuotere delle onde si staccano e disperdonsi per lungo tratto nuotanti sul ciglio bagnato dall' alta marea.

Quanto alla struttura della fronda, nulla saprei aggiungere ai preziosi dettagli contenuti nei classici *Etudes Phycologiques* del Thuret (10). Noterò soltanto brevemente come essa sia formata da un doppio strato di cellule poligonali, immerse in una ganga mucilaginosa, trasparente, la quale è però solo visibile lungo i margini, sotto forma di tenue contorno jalino, che completamente cinge il corpo della pianta. Del resto le cellule stanno strettamente addossate, comprimendosi mutuamente colle contigue nella direzione della superficie, divenendo perciò lateralmente poliedriche, mentre il loro vertice libero sollevasi un po' rigonfiato e tondeggiante sul livello della fronda. I due strati onde il tallo è di ordinario formato, aderiscono quasi perfettamente tra di loro, o tutto al più interponesi fra essi una sottile lamella mucilaginosa dovuta alla sostanza fondamentale dentro cui, come dissi, stanno immersi gli elementi della fronda. Progredendo però verso la base, siffatta lamella accrescesi gradatamente sempre più in spessore, restando i due strati infine separati da un notevole intervallo del tutto scolorato. In questa regione la consistenza della fronda è cartilaginea ed aumenta sempre più in durezza verso il punto di aderenza. L' analisi microscopica ci rivela essere codesto ampio intervallo costituito da innumerevoli fibre jaline conglutinate insieme dalla mucilagine fondamentale della fronda, formando un tutto assai consistente. Dette fibre corrispondono poi in fatto ai lati interni delle cellule, già considerevolmente allungati e protesi in giù verso la base della fronda.

Come è noto dalle osservazioni del Thuret (11), le zoospore hanno origine per successiva divisione del contenuto di ogni cellula in 4-16

(10) Loc. cit.

(11) Loc. cit. e *Rech. sur les zoosp. des Algues*, negli *Ann. de Scienc. nat.*, 1851.

parti. Questo fenomeno manifestasi negli elementi di qualsiasi fronda, qualunque sia l'età ed il volume della medesima, spesso a partire dalla regione apicale o periferica del tallo; di rado procede dalla regione interna della fronda verso i margini. La uscita delle zoospore ha luogo attraverso un'apertura circolare praticata nella parete cellulare. Le cellule già vuotate dalle zoospore, costituiscono delle regioni aventi l'apparenza di una sottile pellicola trasparente, la quale sciogliesi lentamente nell'acqua. Tav. I

Favorevoli condizioni evidentemente influiscono perchè il fenomeno abbia luogo. In specie pare che il calorico vi eserciti una decisiva azione. In gennaio, essendo la temperatura ambiente compresa fra 7° e 9°, ho notato formarsi le zoospore in iscarsissima copia, laddove nei mesi seguenti, mantenendosi la temperatura esterna a circa 15° C., il fenomeno effettuavasi con grande frequenza e le frondi in pochi giorni scioglievansi in miriadi di zoospore. Su questo proposito è degno di considerazione il fatto dell'assoluta difficoltà di promuovere emissione di zoospore presso frondi in apparenza sviluppate e vegete, ma, esposte ad una temperatura ambiente di 34° a 36° C., come talora avviene in Messina nelle giornate più calde dell'està. È quindi possibile arguire che la formazione delle zoospore si attui dentro determinati estremi di calorico, e che l'*optimum* di siffatta scala termometrica corrisponde alla media temperatura giornaliera delle stagioni di mezzo. Per questa ragione, in Messina, il fenomeno mi è parso frequentissimo nella primavera ed in autunno.

Le zoospore, esaminate nel momento della loro uscita, sono di forma tipicamente ovale; la loro estremità anteriore si assottiglia in un rostro di sostanza omogenea ed jalino, mentre l'estremità opposta è tonda, ottusa; raramente termina in una brevissima punta. Quivi scorgesi sotto forti ingrandimenti un piccolo corpo sferoide a mo' di nucleo, che il cloruro di zinco jodato tinge in violetto. Detto nucleo amilaceo è sovente investito e mascherato dalla clorofilla fondamentale del corpo della zoospora. Fig. 7. Fig. 2.

Notasi altresì verso la periferia del polo posteriore una piccola macchietta od ocello tondo od oblungo, colorato in rosso più o meno intenso, i cui contorni, sovente mascherati dalla materia clorofillacea, non risaltano con perfetta distinzione. Il rostro è di lunghezza assai

Tav. I Fig. 3-4. variabile; talora brevissimo, a volte lungo o lunghissimo, tanto da superare una o una volta e mezza la regione posteriore del corpo della zoospora, alterando la forma ovale fondamentale di questa e trasformandola in quella di un cuneo o di una clave.

Alla estremità del rostro si legano due delicatissimi cigli, la cui lunghezza è sempre in relazione con quella del rostro stesso. Questo numero è costante; giammai ho rinvenuto zoospore con numero maggiore di ciglia, a meno che non si fosse trattato di zoospore a copulazione compiuta. Nelle zoospore molto allungate le ciglia superano circa due volte l'intiero corpo della zoospora stessa; in quelle ovali lo uguagliano.

Le zoospore sono assai variabili nelle dimensioni secondo che derivano da divisione del contenuto in 4 oppure in 8, od anco in 16 parti. Ciononostante è ovvia la distinzione di esse in macrozoospore ed in microzoospore, stantechè siffatte differenze di volume non hanno di certo alcun significato funzionale diverso, nè a tali variazioni di grandezza corrispondono altre, relative al numero delle ciglia, onde ciascuna zoospora è provvista. Evidentemente il Thuret, descrivendo delle grosse zoospore con quattro ciglia, distinguendole col nome di macrozoospore dalle comuni più piccole e munite di due ciglia, è stato tratto in errore dalle zigospore mobili. Lo stesso dicasi di Areschoug, scopritore della copulazione delle zoospore presso l'*Enteromorpha compressa* e di Rostanfiski e di Janczewski, i quali hanno pure essi perfettamente seguito l'opinione del Thuret. In ogni modo le dimensioni in larghezza delle più piccole oscillano fra i 3 e 5 micr. e quelle delle più grandi non superano gli 8 micr.

Fig. 5-6 Fra mezzo a miriadi di zoospore ebbi ripetutamente l'occasione di osservare di quelle, sebbene rarissime, aventi una conformazione affatto mostruosa. Presso alcune l'estremità posteriore si era allungata in punta esilissima quasi in forma di mucrone, terminando questo all'apice in una piccola massula sferoide di sostanza in apparenza mucilaginosa e scolorata; a volte detta massa appariva posta immediatamente in contatto al polo posteriore della zoospora. Notavansi altresi delle spore mobili provviste di un solo ciglio e l'altro trasformato in una analoga massula globosa, o questa stava inserita alla estremità di uno dei due cigli divenuto più corto dell'ordinario.

Siffatte particolarità trovano identico riscontro in zoospore di altre alghe (1). TAV. I.

Come sulla emissione, così anche sull'intensità del moto il calorico potrà di certo esercitare non lieve influenza, ritardando ovvero accelerando i movimenti delle zoospore. La luce stessa, come è stato benissimo notato dal Thuret, influisce sulle zoospore dirigendole verso i punti più illuminati. Nei vasi di vetro e di porcellana, di cui mi servivo per le ricerche sull' *Ulva Lactuca*, le zoospore emesse in grande quantità, riunivansi sulle pareti più prossime alla finestra del laboratorio, formando sui margini del liquido uno spesso strato d'un verde intenso. Più tardi costituivano quei caratteristici aggruppamenti, che sono stati descritti dal Thuret.

Allo scopo di accertarmi della durata del movimento solevo introdurre una certa quantità di zoospore in una piccola camera umida, esaminandole a varie riprese. Così ho potuto rilevare che una gran parte di zoospore, emesse verso le 11 del mattino, erano suscettive di continuare il loro moto fino alle ore antimeridiane del giorno successivo; a volte il movimento cessava al sopraggiungere della notte.

Il calorico, come dianzi notai, esercita una notevole influenza sulla intensità del moto; esso agisce egualmente sulla durata dello stesso, imperocchè riducendo artificialmenle la temperatura ambiente a circa 7° C. le zoospore muovonsi assai lentamente ed il moto cessa ben presto. Fra 4° e 0° C. non ha più luogo movimento, ed intatte, colle ciglia protese, le zoospore rimangono come irrigidite. Ho notato altresì che zoospore siffatte possono riprendere la loro attività se poco dopo la temperatura si elevi di alcuni gradi; mentre persistendo ancora pochi minuti di più le medesime condizioni ambienti di prima, il ritorno a vita attiva non era più possibile. Elevando del pari la temperatura oltre 40° C. le zoospore cessano di vivere, disorganizzandosi lentamente. I limiti termici, entro cui le zoospore dell'*Ulva Lactuca* possono adempiere la loro funzione, sono approssimativamente l'8° ed il 36° C., e tali condizioni di calorico corrispondono precisamente a quelle, a cui esse trovansi normalmente esposte in natura.

---

(1) Veggansi p. es. le figure 7, *b*, *c*, e *d*, *f*, *g*, della Tav. 1 della Memoria del sig. WILLE: *Om Svaermecellerne og deres Copulation hos Trentepohlia*, nel *Botaniska notiser*, 1878, pag. 165.

Tav. I. Appena emesse, le zoospore possiedono la facoltá di accoppiarsi. Questo fatto non influisce per nulla sulla intensità del moto; imperocchè due zoospore coniugate e fuse in un corpo solo muovonsi colla stessa vivacità di prima. Quanto alla durata del moto, par che il seguito accoppiamento agisca abbreviando il normale periodo del moto stesso.

Fig. 7. La coniugazione ha luogo per fusione laterale del corpo delle due zoospore venute in contatto, precisamente nel modo stesso come è stato descritto dal Dodel per i germi sessuati della *Ulothrix zonata* ed in particolare come osservasi presso il *Monostroma bullosum* e nell' *Enteromorpha clathrata*, secondo è stato riferito dal Reinke e dal Dodel. Esaminando delle zoospore di fresco liberate dalle loro cellule madri e riunite in grande copia dentro una stessa gocciola, si osserva pronunziatissima in esse la tendenza di accostarsi a due a due, toccandosi mutuamente colle regioni rostrali; si direbbe quasi che le si cercano reciprocamente. Talora seguito l' urto, vivacemente si allontanano seguendo differenti direzioni, balzando e rivoltolandosi parecchie volte su sè medesime. Non di rado restano impigliate coi cigli agitandosi e dibattendosi, quasi tentando ogni sforzo per liberarsi: ma spesso ció non riesce, e prima congiunte per mezzo dei cigli, vengono poi in contatto colle estremità rostrali. Allora comincia la fusione delle due zoospore in un corpo solo. Ciò avviene in brevissimo tempo; d'ordinario bastano Fig. 8-12 5 minuti perchè si compia l'intero processo di copulazione. Congiunti insieme i rostri, le due zoospore pigliano a poco a poco una posizione convergente a mo' di V; il vertice di tale figure corrisponde al comune punto di contatto dei due germi. Intanto la copulazione procede oltre a partire dai rostri e a grado a grado i lati interni vengono ad accostarsi e si fondono insieme, e cosi di seguito la fusione si estende e completasi pervenuta alla estremità posteriore del corpo delle zoospore. In tal modo deriva una zigospora agilissima e somigliante per- Fig. 13. fettamente ad una semplice zoospora. Dei due germi coniugati non rimane più alcuna traccia esteriore, all'infuori dei 4 cigli, i quali del resto non si rendono visibili se non quando il movimento della zigospora è divenuto lentissimo e sta per cessare affatto. Esaminando allora attentamente il contenuto, vi si scorgono due nuclei amilacei e due

ocelli appartenenti ciascheduno ai singoli germi coniugati. Il rostro è trasparente e pare abbia una struttura del tutto omogenea. Tav I

Questi caratteri bastano agevolmente a distinguere le zigospore dalle semplici zoospore, anche quando non si sia stati *de visu* testimoni dell' avvenuta copulazione.

È intanto importante il notare, come soltanto una picciolissima parte di zoospore riescano ad accoppiarsi; le più, rimaste sterili e pervenute in istato inerte, lentamente si disfanno e scompaiono. Questa circostanza non è sfuggita alle osservazioni del Thuret, e, come ho notato, essa porgeva allo illustre algologo argomento di intravedere la sessualità dell'*Ulva Lactuca*.

La sterilità di un grande numero di zoospore potrebbe evidentemente dipendere da due condizioni: da materiali difficoltà perchè lo avvicinamento ed il contatto dei due germi abbia luogo; oppure dalla preponderanza di zoospore virtualmente e fisiologicamente differenziate in gonoplasti dell' uno dei due sessi. Quest' ultima circostanza non parmi di molto improbabile.

Si collochino dentro una piccola gocciola di acqua un grande numero di zoospore, preservandola dalla evaporazione allo interno di una camera umida. A capo di due giorni osserveremo che la copulazione si è compiuta fra pochissimi germi; i più sono quasi totalmente scomparsi od in via d'inoltrato deperimento. Evidentemente in siffatte condizioni non sapremmo scorgere materiali ostacoli intesi a impedire la coniugazione delle zoospore, le quali a miriadi si muovono in un mezzo cosi limitato, provviste come sono di parti molli e facili per il reciproco appulso, tali le ciglia ed il rostro. D' altronde l' eccessivo predominio di plasmidî dell'un sesso è provvidenziale disposizione a sicurtà e garentigia della funzione sessuale, anzi è questa una legge che regola la distribuzione dei sessi presso le Piante tutte. Mi parrebbe quindi congruo il ritenere che tra le zoosporo della *Ulva Lactuca* esistano delle differenze fisiologiche, mentre una differenziazione morfologica non rinviensi punto manifesta. Le stesse diversità di volume e di forma, dianzi accennate, non hanno alcun significato, potendo la coniugazione effettuarsi senza distinzione fra zoospore qualsiasi la loro dimensione e forma. La differenziazione sessuale, tanto profondamente accentuata dal punto di vista fisiologico presso l'*Ulva Lactuca*, parmi un primo indizio a

Tav. I. maggiori complicazioni, un primo passo al pieno conseguimento della legge della divisione del lavoro vitale, una prerogativa a petto ad altri, non pochi organismi dove la sessualità è nella maniera la più elementare accennata dalla fusione di mobili plasmidî morfologicamente identici, i quali altresi servono alla riproduzione agamica. Quivi la coniugazione avrebbe tutta l'apparenza di un accidentale fenomeno di fusione di parti da per sè libere, normalmente dotate della funzione moltiplicativa, alla quale esse, distinte o insieme congiunte, inevitabilmente adempiono. Il vero significato biologico di simili fenomeni ci è stato per la prima volta rivelato dal Pringsheim colla classica memoria sulla copulazione delle zoospore della *Pandorina Morum* (13); essi ci spiegano con quali mezzi e per quali vie si sia nei primordi della organizzazione stabilita la sessualità nelle piante. Sembrami altresi che tal fatto abbia un significato distintivo per la specie di cui è parola, in confronto agli altri congeneri rappresentanti, dove non èvvi la menoma traccia di sessualità, e le zoospore, aventi l'ufficio sessuale presso l'*Ulva Lactuca,* servono esclusivamente alla moltiplicazione agamica (p. e. *Monostroma Wittrockii*, Born.), oppure senza venire meno a siffatto ufficio, hanno acquisito la proprietà di coniugarsi (*Monostroma bullosum,* secondo Reinke).

Secondo il Rostafinski e Janczewski (14), le macrozoospore dell'*Ulva Enteromorpha (Enteromorpha compressa)* sarebbero negativamente eliotropiche. Posto che col nome di macrozoospore si debba qui intendere le zoospore coniugate, ossia le zigospore, siccome io credo con tutta sicurezza, resterebbe a provare se egualmente comportansi le zigospore dell' *Ulva Lactuca.*

Ho già detto che le zoospore, emesse in grande copia da frondi collocate in un ampio recipiente di cristallo e ripieno di freschissima acqua marina, riunivansi in grande masse alla superficie del liquido, sulle pareti del vaso le più esposte alla luce. Dopo alcuni giorni, allontanati dalla vaschetta i residui delle frondi e rinnovata l'acqua, la colorazione verde, prodotta da siffatti accumulamenti di zoospore,

---

(13) *Ueber Paarung von Schwärmsporen, die morphologische Grundform der Zeugung im Pflanzenreiche* nei *Monatsberichte der kgr. Akad. der Wissensch. zu Berlin*, ott. 1869.

(14) Mem. cit.

Tav I

persisteva tuttora, ma notevolmente scemata in intensità ed estensione e nei giorni seguenti quasi ne scompariva ogni traccia. Evidentemente siffatto fenomeno era dovuto alla disorganizzazione di un numero stragrande di germi rimasti sterili per mancata copulazione. Esaminando diligentemente le pareti del recipiente, vi si scorgevano appiccicate un grande numero di zigospore e distribuite senza alcuna regola, tanto nelle regioni le più esposte alla luce, quanto sul lato opposto, mentre non poche giacevano deposte nel fondo. Perchè meglio decisive fossero le mie sperienze e più spiccata risultasse l'influenza della luce sul moto dei germi sessuali, credetti proficuo ricorrere ad altri metodi di ricerca. Scelta una piccola capsula di vetro a pareti sottilissime in modo da potere essere direttamente sottoposta ad una diligente analisi microscopica, vi furono disseminate un grande numero di zoospore non copulate dentro a bastevole copia di acqua. Nello stesso tempo chiudevo ermeticamente la vaschetta dentro un astuccio di spesso cartone annerito, praticandovi lateralmente una piccola apertura onde permettere lo accesso ai raggi luminosi. In tal guisa le differenze tra il lato positivo e quello negativo del recipiente erano divenute più spiccate. Così disposta la esperienza, le zoospore si sono nei primi giorni accumulate sulle pareti corrispondenti all'apertura, formandovi uno strato intensamente colorato in verde; la quale colorazione scompariva del tutto a capo d'una settimana. Allora, allontanata la fodera ed esaminate diligentemente le pareti del vaso, vi si scorgeva una grande quantità di zigospore in via di sviluppo, disseminate ora nel fondo, ora sulle pareti abbuiate; relativamente poche giacevano presso l'apertura, confuse fra mezzo l'informe detrito derivato dalla decomposizione dei germi non copulati. Ho ritentato nei giorni successivi analoghe esperienze, disponendo però sempre le cose in modo che le differenze fra il lato illuminato e quello meno influenzato dalla luce riuscissero in massimo grado pronunciate, ed i risultati sono stati sempre identici ai precedenti.

Così rimane chiaramente provato che i germi sessuali dell'*Ulva Lactuca*, da principio squisitamente sensibili all'azione positiva della luce, divengono, a copulazione compiuta, negativamente eliotropici, sfuggendo i punti più rischiarati; circostanza, la quale nelle naturali condizioni determina il loro appulso ad un solido e opaco substrato e ci rende ragione della costante presenza delle frondi di

Tav I. *Ulva* sulla superficie immensa degli scogli, sul fondo sassoso della piaga, dapertutto in contatto ad un mezzo opaco.

Pervenute in istato di riposo, le zigospore sono tosto pronte a riprodurre nuovi individui. Ciò accade in una maniera ben differente da quella stata descritta dal Thuret.

Fig 15-16. Scomparsi i cigli, ogni cellula tende insensibilmente ad accrescere il proprio volume; a capo di due o tre giorni le zigospore presentano una grandezza il doppio o triplo maggiore della primitiva. Intanto si sono coperte di una sottile, ma distinta parete, assumendo a poco a poco una forma ovale sempre più pronunziata. Allo interno si osservano tuttora immutati i due nuclei amilacei, spesso un po' mascherati dalla clorofilla, e lateralmente a questi, i due ocelli rossastri; tanto gli uni che gli altri stanno situati verso la metà superiore del corpo della zigospora germinante: siffatta regione corrisponde ai poli posteriori delle due zoospore coniugate. La opposta estremità, la quale è un po' ristrettita, presentasi affatto priva di contenuto clorofillaceo e ripiena di una sostanza assai refringente. La condensazione della materia verde è maggiore sulle pareti laterali superiori, in modo che nel mezzo resta visibile e scoperto un ampio spazio scolorato, il quale slargasi sempre più in basso e si confonde col contenuto della estremità inferiore del corpo della zigospora.

Fig. 17. L'aumento in volume del germe continua nei giorni successivi. In questo momento in esso si distinguono nettamente due regioni: l'una apicale, corrispondente ai poli posteriori delle due zoospore copulate, provvista di un contenuto clorofillaceo parietale, ed includente i nuclei e gli ocelli; l'altra basale affatto scolorata e ristrettita in appendice corta e trasparente.

Fig 18. In uno stadio avanzato cotesta differenziazione apparisce più marcata: la regione superiore, accresciutasi ancor più in volume, conservando sempre la stessa forma di prima, e la medesima disposizione nel contenuto clorofillaceo, ha perduto ogni traccia di ocelli e di nuclei, e un solo corpo amilaceo soltanto spicca sul suo interno addossato verso la parete; la regione basale si è ancor maggiormente allungata conformandosi distintamente in una sorta di piede. Lo sviluppo in lunghezza di quest'appendice continuasi per certo tempo. Nel corso di 10 giorni

circa la zigospora assume la forma rappresentata dalla fig. 18. In tale stadio il diametro della regione superiore importa da 15 a 18 micr. Tav. I

Secondo il Thuret (15), le zigospore pervenute in questo stadio, si svolgono direttamente a poco a poco in nuove frondi. Nelle mie colture invece lo sviluppo loro è stato ben differente, passando per tutte quelle fasi le quali sono state descritte dal Reinke (16) nella germinazione delle zigospore del *Monostroma bullosum*.

La cavità della zigospora, finora indivisa, si scinde tosto in due porzioni; la divisione ha soltanto luogo nella regione superiore; l'appendice basale rimane in perfetta continuità colla cellula inferiore derivata da siffatto processo. La cellula superiore prende tosto la forma di una calotta. I due elementi contengono un grosso nucleo amilaceo; la clorofilla è addensata contro le pareti superiori lasciando scoperto il centro. Le cellule si accrescono intanto in volume, la superiore diviene a poco a poco quasi globoide; la membrana spicca distinta dalla esterna parete e pare che ambe le cellule si trovino involte da un comune invoglio gelatinoso trasparente, i cui contorni in basso si restringono e poi si confondono con quelli del sostegno. La cellula superiore è dotata di rapidissimo incremento; in breve tempo essa s'ingrandisce, prendendo poi l'aspetto di una piccola vescica. Quivi la clorofilla non occupa che circa una terza parte dell'intiera cavità cellulare, costituendo una sorta di fascia concava parietale sotto il vertice della cellula; il resto osservasi ripieno di limpidissima linfa. Fig. 19.

Presso la cellula superiore è marcatissima la tendenza di prolungarsi alla base in una nuova appendice in forma di rizina, e tosto essa cellula prende una configurazione piriforme. Cotesta produzione manifestasi dapprima in forma di corta sporgenza papilloide trasparente; accrescesi poi rapidamente in lunghezza, ed in ultimo si foggia in fibra cilindroide assottigliata all'estremità e perfettamente jalina.

Cotesto processo è seguito dal completo isolamento delle due cellule. Ciò avviene tosto per lenta dissoluzione delle pareti della cellula madre; e se questa è in qualche guisa ritardata, la cellula superiore rimane alcun tempo obbliquamente addossata sul vertice dell'altra,

(15) *Etudes Phycologiques*, pag. 9.

(16) Mem. cit.

Tav. 1. Fig. 20. rivolgendo verso lo esterno la propria appendice basale. Seguita la liquefazione della esterna parete, i due elementi restano accollati l'uno accanto all'altro senza alcun ordine apparente, come se si trattasse di due corpi separati sin dalla origine, i quali, per caso, sieno poi venuti in contatto. La loro indipendenza è perfettissima e pare che rappresentino due germi distinti provenienti da due diverse zoospore.

Coteste fasi si compiono in tempo brevissimo; ordinariamente basta una giornata perchè la scissione del germe primitivo abbia luogo e completamente si attui il processo descritto. Colla stessa rapidità pure continuasi lo sviluppo successivo. Allora intervengono nuove scissioni Fig. 21. trasversali, seguite poi dalla stessa forma d'incremento, da identica produzione di un'appendice rizoidea alla base dei nuovi elementi e dallo isolamento di questi. Cosi nascono un certo numero di piantine di *Ulva Lactuca*, ridotte alla forma la più semplice, cioè monocellulari, dove i futuri elementi costituitivi delle fronde adulte, — lo stipite ed il lembo — trovansi di già nettamente differenziati ed abbozzati.

Non di rado il successivo sviluppo della zigospora procede per vie differenti. Appena compiuta la scissione della regione superiore del germe, già prolungato alla base in fibra, la cellula del vertice s'ingrandisce e tosto dividesi longitudinalmente, generando due nuovi elementi, i quali, ora subiscono lo sviluppo sopra descritto, ora per reiterate nuove divisioni, tanto trasversali come longitudinali, si trasformano in un piccolo cumulo di elementi distinti, vescicoliformi e protesi alla base in rizina.

La rapidità colla quale siffatto sviluppo si compie, potrebbe facilmente indurci in errore quanto alla origine dei detti cumuli e al significato dei singoli elementi che li costituiscono; i quali parrebbe fossero derivati da altrettante zigospore germinanti e distinte, svoltesi sopra una superficie assai limitata. Questa considerazione può, a mio credere, giustificare la dianzi citata asserzione, poco esatta, del Thuret. Del resto tal fenomeno può con ogni verosimiglianza essere paragonato ad un processo di riproduzione in via agamica, avendo esso tutti i caratteri di una vera germinazione della quale troviamo perfettissimo riscontro nella germinazione delle zigospore del *Monostroma bullosum*. Secondo Bornet (17) identico modo di germinazione osservasi pure nello sviluppo primordiale del

---

(17) Mem. cit.

Monostroma Wittrockii, in questo caso però la cellula iniziale è una semplice zoospora non copulata. In ogni modo è importante il fatto che presso la *Ulva Lactuca* dalla germinazione delle zigospore hanno origine, per via agamica, un certo numero di piantine monocellulari.

Tav I.

Lo sviluppo ulteriore di queste non presenta alcun che di notevole: le due parti costituenti le future frondi esistono già rappresentati dall'appendice basale e dalla sommità slargata del germe, ricca di clorofilla, contenente un nucleo protoplasmatico, ed un corpuscolo discoide di sostanza amilacea. Il primo s'attacca al substrato, talora dilatandosi un po' alla base, e costituisce l'iniziale sostegno della pianta. La regione opposta invece si svolge prima per reiterate divisioni trasversali in un cortissimo filo di struttura confervacea, il quale poi, per sopraggiunte longitudinali scissioni, si sdoppia. In tal modo iniziata la futura fronda, mediante ulteriori partizioni essa si completa. Allora interviene un nuovo processo di moltiplicazione, onde la fronda rimane definitivamente costituita da due strati di cellule; qualche volta anche da uno strato soltanto, e l'incremento ha luogo semplicemente nel senso della superficie. Quest'ultimo non è caso raro, di modo che, se veramente lo essere il tallo formato da uno strato di cellule, sarà, secondo Wittrock (18), il solo carattere distintivo del genere *Monostroma*, avrei dalle mie osservazioni un argomento di più per convenire col Thuret, ritenendo come criterio assolutamente differenziale di questo genere la completa gelificazione delle pareti cellulari, e lo aprirsi degli zoosporangi per completa dissoluzione della membrana loro, qualora le ulteriori ricerche biologiche non aggiungeranno nuovi dati per la più esatta intelligenza delle forme spettanti a questi due gruppi.

Fig. 22.

---

(18) *Forsok till en monographi ofver Algslagtet Monostroma*, p. 10 e 12.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I.

Fig. *1.* — Alcune zoospore di forma normale $\left(\frac{630}{7}\right)$.

» *2-4.* — Forme differenti di zoospore $\left(\frac{630}{1}\right)$.

» *5-6.* — Zoospore di costituzione anomala $\left(\frac{720}{1}\right)$.

» *7-12.* — Fasi graduali di copulazione delle zoospore $\left(\frac{720}{1}\right)$.

» *13.* — Zigospore $\left(\frac{720}{1}\right)$.

» *14.* — Casi anomali di copulazione $\left(\frac{720}{1}\right)$.

» *15-17.* — Successivo sviluppo delle zigospore. Nell' interno della zigospora si osservano tuttora i due ocelli e i due nuclei amilacei: è appena accennata la formazione dell' appendice basale $\left(\frac{720}{1}\right)$.

» *18.* — Stadî inoltrati di germinazione delle zigospore: sono scomparsi i nuclei e gli ocelli: l' appendice basale si è maggiormente protesa $\left(\frac{720}{1}\right)$.

» *19-21.* — Fasi graduali di ulteriore sviluppo dei germi sessuali $\left(\frac{720}{1}\right)$.

» *22.* — Stadî iniziali di costituzione delle giovani piante $\left(\frac{720}{1}\right)$,

LEPTOSIRA, gen. nov.

Fila articulata, subdichotome ramosa, in pulvinulos exiguos amœne virides, aggregata. Ramuli ad apicem sensim attenuata, alii reptantes et appendice radiciformi destituti, alii erecto-adscendentes, ultimi erecto-patuli, breves v. brevissimi. Articuli ovato vel elliptico-cylindracei; contento viride, effuso, loculo achroo centrali notato et granulis minutis amylaceis farcto; membrana tenui, firma, hyalina, homogenea. Cellulæ vegetativæ vix intumescentes et in zoosporangiis trasmutatæ. Zoosporæ minimæ, 20-60 etiam plurimæ in quoque zoosporangio, contenti divisione simultanea ortæ, per cellulæ matricalis membranam poro laterali apertam, una cum vesicula communi hyalina includente erumpentes et vesicula ipsa post partum celeriter dilatata et evanescente, libere examinantes, ciliis binis et ocello laterali rubro præditæ. Propagatio aut sexualis hypnosporis zoosporis polo postico copulatis derivatis, aut agamica e zoosporis primum substrato adfixis et quiescentibus et denique, repetita divisione, in conidia 2-4-8 protococcoidea trasmutatis. Hypnosporarum evolutio ignota.

L. Mediciana. *n. sp.* Cfr. ch. gen. Diam. cell. veget. ad 20 micr.; zoosp. 0,5-2 micr. crassæ. Hypn. lat. 10 micr.

Habitat in stagnis circa Linguaglossa *(Siciliæ) ubi detex. beat. G. De' Medici, febr. 1880.*

Nel febbraio del 1880 il sig. Giorgio De' Medici mi comunicava dai dintorni di Linguaglossa (grossa borgata alle falde dell' Etna) alcune alghe d' acqua dolce e fra le quali in abbondanza dei saggi

Tav. II.

Tav II di *Chlamydomonas tingens* A. Br. del tutto freschi ed in istato di rigogliosa vegetazione. Il vaso contenente quest' alga, veniva tosto collocato presso la finestra del Laboratorio coll' aggiunta di un po' d'acqua. Dopo circa una settimana era cessato lo sviluppo vegetativo delle cellule, e gran parte di esse giacevano immobili sulle pareti del recipiente o deposte nel fondo e trasformate in zigospore. Così rimanevano tutta la primavera e la state seguente, durante il qual tempo, sopraffatte da copiosa vegetazione di Nostochinee e di Diatomacee il loro ulteriore sviluppo rimaneva dapprima inceppato, indi veniva completamente meno. Nel settembre, quando io ebbi la occasione di esaminare siffatte produzioni, le pareti del vaso apparivano intieramente rivestite da uno spesso strato di mucilagine giallastro-azzurrognola, fra mezzo alla quale, collo ajuto di una piccola lente, si scorgevano alcuni puntini verdi per lo più isolati e rari. I quali esaminati poi al microscopio, si rilevavano costituiti da gracili filamenti confervacei ramificati, di struttura presso a poco come quelle di una *Trentepohlia*, ma affatto verdi. Ben tosto mi accorsi trattarsi di un organismo tutt' ora ignoto agli algologi, lo sviluppo del quale io potei seguire poi per alcun tempo, pervenendo a questi risultati che ora riferirò.

Il generico appellativo di *Leptosira* allude alla delicatezza dei filamenti di cotesta piantina ed alla tenuità delle pareti cellulari; caratteri questi, i quali *a priori* bastano sufficientemente a distinguere tale alga dagli affini generi.

Fig. 1. La *Lept. Mediciana* forma dei densi cespuglietti, i quali si distinguono appena coll'ajuto di una lente sotto forma di puntini verdastri. Ogni cespuglietto è costituito da un sistema di ramificazioni piuttosto delicate, corte e frequenti. Alcuni ramuli strisciano sul substrato senza prendere alcuna direzione definita e senza dar luogo ad appendici radiciformi, come è il caso di qualche genere affine; altri tendono a sollevarsi emettendo ripetute e cortissime ramificazioni, un po' assottigliate verso l' alto, dirette in su ed aperte. Per quanto intrigato e confuso risulti il piccolo cespuglietto costituito da così fatti filamenti, attentamente esaminato, vi si scorge nelle parti che lo compongono una certa regola, specie nel modo di divisione loro, talchè i diversi ramuli, rispetto alla forma delle loro ulteriori divisioni, possono benissimo esser considerati come dicotomici. Se non che a volte intervengono delle produzioni

laterali, quasi avventizie, le quali alterano le normali condizioni di ramificazione. Tav. II.

Le cellule componenti i diversi ramuli sono in origine brevemente cilindriche e leggiermente ristrettite alle due estremità, come osservasi in quelle della regione apicale dei filamenti. Ma in corso di vegetazione esse si slargano alquanto, sovente anche per pressioni subite, divengono quasi irregolari. Le più piccole misurano una larghezza di 10 micr., le più grandi 20 micr. In ogni caso le pareti loro sono sottili, ed anche molto in confronto allo spessore delle membrane cellulari dell' affine genere *Trentepohlia*: esse presentano una trasparenza quasi vitrea ed una perfetta omogeneità nella struttura. Anche presso le membrane degli zoosporangi coteste ultime condizioni restano invariate. Del resto, trattate colla soluzione di cloruro di zinco jodato, dànno la caratteristica reazione della cellulosa.

Le giovani cellule sono ricche di contenuto clorofillaceo differenziato in massa pressochè omogenea o tutto al più sparsa qua e là di minutissimi granuli amilacei, i quali divengono più frequenti nelle cellule adulte prima che si sieno trasformate in zoosporangi. Nel centro poi delle cellule, massime in quelle più giovani, la clorofilla è scarsissima e lascia visibile uno spazio circolare quasi trasparente: ivi i reagenti rivelano situato un grosso nucleo protoplasmatico globoide. Le frequenti granulazioni clorofillacee delle cellule adulte tendono a distribuirsi omogeneamente in tutta la cavità cellulare; il loro numero si accresce poi, e rapidamente i granuli invadono tutta quanta la cavità cellulare. Essi sono manifestamente di natura amilacea e costituiscono un' abbondante provvigione di materiale nutritizio, del quale si è rifornita la cellula nello accingersi al compimento di un nuovo lavoro fisiologico. Cotesto accumulamento di amido precorre infatti ed è indizio della pronta trasformazione delle cellule sì fatte in zoosporangi.

Tutte le cellule indistintamente possono cambiarsi in zoosporangi; a cominciare dagli elementi più vecchi, da quelli, cioè, situati verso la base dei fili, cotesta metamorfosi gradatamente procede verso le cellule apicali. Influendo favorevoli condizioni, il fenomeno compiesi con grande rapidità. Così come vedesi non esistono delle cellule speciali di determinata regione destinate a divenire degli elementi generatori di zoospore. Nè cellule così fatte vanno poi distinte per condizioni particolari di forma

Tav. II

e di dimensioni; il che costituisce per la *Lept. Mediciana* una capitale differenza a petto a' generi *Microthamnion*, *Acroblaste* e *Trentepohlia* in qualche guisa affini.

Fig. 1, z, z', z''

Primo indizio della imminente formazione delle zoospore è la completa dissoluzione dei granuli clorofillacei: il contenuto dello zoosporangio prende allora un aspetto più omogeneo, sempre però finamente granelloso; del nucleo non esiste allora più alcuna traccia visibile. Più tardi tutta la massa cellulare simultaneamente assume un' apparenza schiumosa, essendo comparse nel suo interno numerose areole piccolissime e chiare, le une serrate contro le altre, aventi un contorno poliedrico. Tali areole non sono che solide masse protoplasmatiche rappresentanti le zoospore in via di formazione. Poco dopo esse arrotondansi e la differenziazione può dirsi compiuta. In questo momento lo sporangio prende una sfumatura rossastra per via degli ocelli delle singole zoospore, le quali nettamente traspariscono attraverso la membrana dello zoosporangio.

L' intiero processo di formazione delle zoospore compiesi con molta rapidità: dal primo differenziamento del contenuto alla completa costituzione delle zoospore bastano 6 ore. Normalmente tutto il lavoro di gestazione ha luogo di notte, e i germi sono messi in libertà nelle prime ore del mattino.

Il numero delle zoospore generate in ciascuna cellula varia da 20 a 60, il che dipende dalle differenti dimensioni dello zoosporangio, anzichè dal volume stesso delle zoospore.

Fig. 2-3.

Perchè abbia luogo la uscita delle zoospore, la parete della cellula madre apresi per piccolo tratto circolarmente da un lato e vi rimane praticato un angusto foro a mo' di boccuccia di sufficiente calibro per il passaggio dei germi. Questi affluiscono verso l' apertura quasi forzandola, in modo che la corrispondente membrana è costretta a sollevarsi un po' al di fuori. Intanto si agitano vivamente e sempre più accalcansi presso l'orificio. La uscita loro comincia tosto, ma la completa liberazione è ritardata dalla presenza di un ampio sacco trasparente che involge tutte le zoospore di uno stesso zoosporangio. Siffatta tunica, penetrata attraverso l' orifizio si svolge a poco a poco al di fuori trascinando con sè le zoospore e sempre più ampliandosi a misura che lo afflusso delle zoospore verso la sua regione esteriore diventa

più grande. Infine, compiutasi la emissione dello zoospore, essa resta per brevissimo tempo attaccata all' apertura dello zoosporangio includendo le zoospore, le quali si agitano con grande vivacità aggirandosi e rivoltolandosi in tutti i versi quasi cercassero una via di scampo. Sia per azione del liquido ambiente, sia per altra causa, il comune inviluppo subisce una lenta e generale liquefazione e par che passivamente soggiaccia agli sforzi che fanno le zoospore per liberarsi, determinando quasi lo sviluppo di un' interna forza agente ugualmente su tutti i punti del lato interiore della sua parete. In tal guisa il sacco sempre più si rigonfia, e raggiunto infine un volume circa 5 volte maggiore del primitivo, immantinente sparisce senza restarne più alcuna traccia, come farebbe una bolla di sapone percossa da un corpo solido. Tav II.

La completa liberazione delle zoospore si compie in meno di un minuto. Allora esse si spargono verso i punti più illuminati dotate come sono di agilissimo movimento. Sono piccolissime, tutto al più lunghe 2, 5 micr., ovali o bislungo-ovali ed assottigliate in rostro più o meno lungo ed jalino all' estremità anteriore, a cui si attaccano due cigli esilissimi. Il polo posteriore finisce pur esso in punta cortissima di sostanza trasparente. Del resto contengono scarsa clorofilla di un colorito verde pallido e lateralmente è visibile un minutissimo ocello rossastro: la estrema loro piccolezza non rende possibile uno studio più attento del contenuto. Notevoli differenze di volume e di forma non se ne osservano. Fig. 4-5.

Il moto dura tutto al più una mezza giornata, durante il quale alcune si copulano, altre seguitano a muoversi, e infine, pervenute in istato di riposo, si svolgono agamicamente in nuovi germi.

La copulazione ha luogo in una maniera ben differente dall'ordinario e che parmi faccia una eccezione alla comune regola. Essa effettuasi per le estremità posteriori del corpo, non già per mezzo dei poli anteriori. A tal' uopo il corpo della zoospora termina posteriormente in corta appendice jalina — sorta di organo di appiglio per lo adempimento della funzione sessuale. — Ed è cotesta una disposizione veramente singolare, sebbene pare a prima giunta incongrua, esigendo essa che due zoospore da copularsi si muovano l' una in senso contrario dell' altra: il che dimostrerebbe assurda la influenza positiva della luce sul movimento delle zoospore in generale. Comunque sia, le due zoospore pervenute Fig. 15-18.

Tav. II. in contatto colle estremità posteriori del corpo, gradatamente si fondono insieme senza che cessi il moto, il quale diviene necessariamente molto irregolare e variabilissimo nella direzione, manifestandosi quasi a tratti angolosi presso a poco a zig-zag. Poco dopo, in meno di 5 minuti, la fusione è compiuta, e i due germi si sono trasformati in una zigospora brevemente ellissoide ad estremità appuntite e trasparenti. Indi cessa il moto; gli ocelli continuano ad essere visibili per qualche tempo; le estremità a poco a poco si arrotondano mentre cresce il volume della zoospora. A capo di quattro giorni deriva dalla zigospora una cellula ovale o sferoide a parete spessa, ripiena di grosse granulazioni verdi frammiste a minute gocciole d'olio. Esse sono delle vere ipnospore ibernanti, il cui sviluppo successivo mi è rimasto del tutto ignoto. Avendole conservate in ambiente umido tutto lo inverno, la più parte assumevano una leggera sfumatura in rosso, ma non mi fu possibile di ottenerne la germinazione; essendo scarsissimo il materiale di cui disponevo, non potei insistere sulle precedenti ricerche.

Fig. 6-8. Quanto alle altre zoospore non copulate, lo sviluppo è ben differente. Nelle mie colture esse si sono prima fissate per mezzo dei cigli alle pareti del recipiente, restando affatto immobili. Probabilmente questo è il caso normale. Così situate, s'ingrandiscono lentamente mentre rimangono definitivamente attaccate al substrato, mediante differenziazione della regione rostrale loro in un cortissimo sostegno dilatato in basso. Intanto prendono a poco a poco la forma di un fuso. In questo stadio grandissima è la rassomiglianza di cellule sì fatte con quelle di un *Characium* o di un *Hydrocytium*, come facilmente si rileva mettendo a riscontro le mie figure con quelle del Braun (1) relativamente a questi due generi. È degno però di menzione il fatto che, durante la germinazione, l'ocello parietale, onde ciascuna zoospora è provvista, non sparisce, ma resta visibile anche a sviluppo compiuto del germe, conservando la medesima posizione primitiva. Nello stesso tempo verso la parte centrale della cellula scorgesi un ampio spazio circolare scolorato identico a quello che vedemmo nelle ordinarie cellule vegetative dei filamenti e, come in questo caso, i reagenti rendono in

---

(1) *Algarum unicellularium genera nova et minus cognita.* Lipsiae 1855, tav. II, III e V.

quella regione palese un grosso nucleo protoplasmatico. Il resto della cellula è ripieno di minutissimi e numerosi granuli clorofillacei. Tav. II

Lo sviluppo ulteriore delle zoospore germinanti procede nel modo identico a quello di una cellula di *Characium*. Dapprima scompariscono tanto il nucleo come l'ocello ed il contenuto prende un aspetto più omogeneo; indi questo si divide trasversalmente in due porzioni, le quali tosto si differenziano in altrettante cellule distinte; oppure appena seguita una prima partizione trasversale, manifestasene una terza, di rado poi una quarta o quinta sempre nella stessa direzione. Così la cellula madre trasformasi successivamente in una corta serie di 3, 4, 5 elementi, di cui i due estremi presentano una forma piramidato-triangolare, i mediani sono invece cilindrico-schiacciati. Questi subiscono tosto una nuova divisione in senso perpendicolare alla precedente, vale a dire in direzione longitudinale; così nascono da uno stesso elemento iniziale 4, 6, 8 cellule, le quali a poco a poco arrotondano i loro spigoli e divengono sferoidi. La divisione del contenuto di una medesima zoospora non procede oltre. Cotesto modo di formazione cellulare, come vedesi, in nulla differisce da quello di una cellula di *Characium*. Nella fig. 10 ho rappresentato i casi più comuni, tralasciando di indicare tanto gli altri meno frequenti, come il progressivo comportarsi del contenuto durante la divisione: intorno a ciò si potrebbero benissimo consultare le fig. 10-13 della Tav. III della citata opera di A. Braun. Fig. 10-11

Le nuove cellule rimangono alcun tempo incluse dentro le pareti della cellula madre; intanto questa lentamente si disfà, in modo che esse riescono completamente ad isolarsi e si disperdono sul substrato. Tali cellule hanno tutta l'apparenza di elementi protococcacei: sono globoidi e cinti da una sottile ma distinta parete; il contenuto è finamente granelloso e verde, e nel mezzo scorgesi un'ampia vacuola chiara e un nucleo protoplasmatico. Ignoro se esse sieno suscettive di svolgersi ulteriormente in nuovi elementi della stessa forma e del medesimo valore. Nelle mie ricerche essi elementi si sono direttamente trasformati in fili ramificati e serpeggianti sul substrato, iniziando così nuovi cespuglietti. La germinazione presenta questo di particolare, che la cellula, mentre si accresce in volume, si sforma in tal guisa da prendere un contorno irregolarmente sinuoso, a lobi disuguali e profondi, di cui ciascheduno diviene subito la cellula iniziale di un ramulo. La formazione dei ramuli Fig. 12. Fig. 13-14.

Tav. II è quindi molto precoce. Le tramezze dei giovani articoli sono verso quell' epoca assai sottili e quasi indistinte; nell' interno loro la clorofilla si accumula densamente alle pareti lasciando nel mezzo scoperto un ampio ed irregolare spazio a mo' di vacuola.

Dallo esposto cenno risultano evidenti le affinità della *Leptosira Mediciana* coi generi *Microthamnion* Näg., *Pilinia* Ktz., *Chlorotylium* Ktz., *Gongrosira* Ktz., *Acroblaste* Reinsch, *Trentepohlia* Mart. Le nostre conoscenze sulla organizzazione e sullo sviluppo della più parte di tali forme presentano tuttora lacune assai vaste e numerose per cui difficil cosa sarebbe una minuta rassegna delle differenze che vi corrono. Stando alle indicazioni che possiamo dedurre dagli autori i *Microthamnion* sarebbero pur esse piantine presso a poco ramificate collo stesso ordine della *Leptosira*, con zoosporangi terminali ben differenziati, anche per dimensioni, dalle cellule vegetative. Presso a poco lo stesso osservasi nel genere *Acroblaste* e nelle specie del genere *Trentepohlia*, salvo che in quest' ultimo caso le cellule generatrici delle zoospore possono trovarsi in differenti regioni del filamento. D'altra parte presso le *Trentepohlia* stesse, la ramificazione non è punto normalmente dicotomica, e le cellule contengono abbondantissimo ematocromo. Quanto al genere *Pilinia* pochissimo o nulla ci è noto per poterne precisare tutte le differenze; in ogni modo, quell' alga si distingue dalla pianta nostra per la presenza di appendici callose alla base dei cespuglietti onde questi aderiscono al substrato, pel modo di ramificazione irregolare e rara, e per la stazione marina, almeno stando ai caratteri indicati dal Kützing. Più evidenti sono le differenze tra la *Leptosira* ed il genere *Chlorotylium* specialmente per la struttura tutt' affatto particolare dei filamenti di quest' ultima pianta, che le dànno un aspetto un po' vicino alle false ramificazioni della mia *Hormotila mucigena*. Non è poi possibile stabilire dei confronti colle *Gongrosira;* questo genere, come poi dimostrerò, non ha ragione di esistere, stante che esso rappresenta degli stadî ibernanti di *Vaucheria* e di *Cladophora;* in ogni modo, qualora anche ciò non fosse, vi corrono non poche e capitali differenze.

In generale poi tutte coteste forme accennate presentano di comune questo carattere: i filamenti, più o meno abbondantemente ramificati

Tav. II

spesso con ordine dicotomico, sono costituiti di articoli contenenti un solo nucleo protoplasmatico e della clorofilla omogeneamente diffusa senza essere differenziata in masse parietali. Ciò basta per dimostrare che tali piante non hanno da una parte nulla che fare colle *Clodophora*, colle quali, seguendo gli Autori, anderebbero tutte collocate in uno stesso gruppo; dall'altra parte differentissime sono dagli *Ulothrix*, *Stigeoclonium*, *Chaetophora* ecc. ove le cellule, riunite in filamenti irregolarmente ramificati o no, contengono, oltre al nucleo protoplasmatico, un grosso corpuscolo amilaceo e la clorofilla vi è distribuita in masse parietali; la moltiplicazione compiesi per microzoospore e macrozoospore ed anche sessualmente per zoogonidî. Nelle *Cladophora* la presenza di articoli polinucleati è *a priori* un carattere di una grande importanza differenziale, onde parmi inutile qualsiasi confronto. Sicché io non esiterei punto a proporre la costituzione di un nuovo gruppo destinato ad abbracciare tanto il nuovo genere *Leptosira*, quanto le *Trentepohlia*, gli *Acroblaste*, i *Chlorotylium*, i *Microthamnion* e, con riserva, anche le *Pilinia*. La importanza sistematica di tal gruppo, che indicherò col nome di *Chroolepidaceæ*, i caratteri essenziali che lo distinguono dalle altre Confervoidee Isogame, le sue affinità, si comprenderanno facilmente gettando uno sguardo al seguente prospetto:

Confervoideæ Isogamæ, Falkbg. auct.

Articoli multinucleati . .	Corpo vegetante costituito da un solo articolo semplice o ramificato . . .			Fam. I. Siphonaceæ
	Corpo vegetante costituito da molti articoli			Fam. II. Siphonocladiaceæ
Cellule uninucleate . . .	riunite in tallo fogliaceo. Moltiplicazione per microzoospore sovente sessuate .			Fam. III. Ulvaceæ
	connesse in serie filamentose	con clorofilla riunita in masse parietali. Cellule madri delle zoospore non differenti dalle vegetative		Fam. IV. Ulothrichiaceæ
			Fili semplici	Subfam. I. Ulothrichieæ
			Fili ramificati terminati in pelo	Subfam. II. Chætophoreæ
		con clorofilla diffusa. Cellule madri delle zoospore diverse dalle vegetative		Fam. V. Chroolepidaceæ

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II.

Fig. *1.* — Porzione di un cespuglietto di *Leptosira Mediciana;* le cellule inferiori sono in diverso grado di riproduzione; *z*, *z'* progressiva trasformazione del contenuto in zoospore; *z''*, zoosporangi vuoti $\left(\frac{630}{1}\right)$.

» *2-3.* — Uscita delle zoospore (id.)

» *4.* — Zoospore libere di cui alcune più grandi (id.).

» *5.* — Alcune zoospore fortemente ingrandite $\left(\frac{1450}{1}\right)$.

» *6-8.* — Fasi graduali di germinazione delle zoospore agamiche $\left(\frac{630}{1}\right)$.

» *9.* — Ulteriore sviluppo delle precedenti prima della divisione del contenuto (id.).

» *10-11.* — Divisione compiuta del corpo della zoospora germinante (id.).

» *12.* — Cellule protococcoidee derivate dal precedente processo di divisione (id.).

» *13-14.* — Germinazione e trasformazione delle cellule protococcoidee in fili (id.).

» *15-16.* — Copulazione delle zoospore e formazione delle zigospore (id.).

» *17.* — Sviluppo delle zigospore (id.).

» *18.* — Ipnospore (id.).

CTENOCLADUS, gen. nov.

Fila articulata, ramosissima, in cæspitulos late confluentes densissime aggregata et stratum pulvinato-spongiosum constituentia. Rami repetito-unilateraliter ramellosa, ad apices crebri, uni-pauciarticulati et hinc eleganter circinnato-cymosi. Articuli vegetativi cylindracei diametro æquales vel $\frac{1}{2}$-2plo longiores, ad geniculam leviter constricti, contento granuloso viride, effuso, globulo amylaceo et membrana crassa aut crassiuscula, firma, tenuiter et concentrice stratificata.

Propagatio agamica macro- et microzoosporis. Ramellorum apicalium articuli, denique magis elongati aut unilateraliter producti et membrana tenuiore cincti, in macrozoosporangia mutati. Macrozoosporæ contenti divisione repetito-binaria generatæ, 8-16-32, raro 4 vel pluræ in singulo zoosporangio, pariete matricali postea ad apicem v. lateraliter ostiolo poriformi aperta, libere examinantes, ovatæ vel ovato-elipsoideae, polo antico hyalino ciliis binis vibratoriis instructæ, globulo amylaceo centrali, loculo achroo et ocello rubro parietali præditæ. Articuli omnes, vegetatione peracta, in statum palmelloideum transeuntes; ex quo hypothallum filis longissimis, complicato-ramosis, articulis, modo valde elongatis et membrana tenui, vitrea cinctis, modo abbreviatis, intumescentibus et microzoosporangiorum vices agentibus, constitutum generatur. Microzoosporæ contenti divisione succedanea repetita ortæ, 4-8-16 in quaque cellula, membrana matricali mox deliquescente, liberatæ et vivide examinantes, macrozoosporis minores sed ceterum similes.

Propagatio sexualis zoogonidiorum laterali copulatione. Articuli vegetativi valde aucti et in zoogonangia permagna, perennantia (more hypnosporarum), globosa v. ovata aut elipsoidea, membrana crassissima, lamellosa, stratificata cincta et sæpe extus in callo calcariformi producta, trasmutati. Zoogonidia contenti divisione simultanea generata, 30-60 etiam plura, demum, cellula matricali lateraliter v. ad apicem soluta, libere erumpentia, minima, ovato-elipsoidea vel -oblonga, ciliis binis, ocello laterali rubro, prædita.

Zygosporarum evolutio adhuc ignota.

Ct. circinnatus *n. sp.* Art. veget. lat. 10-15 micr.; macroz. 5-7 micr. latæ; microz. 2-3 micr. lata; zoogonang. diam. usque ad 80 micr. cum membr.; zoogonid. ad 3. micr. crassa.

Habitat in stagnis submarinis ap. Messina *(Siciliæ) saxa et* Salicorniæ Obionis, Ruppiæ *et aliarum plantarum submersas partes late obducens. Legi Aut. 1881.*

Tav. III e IV

La pianta presa a tipo di questo nuovo genere, veniva da me raccolta in Messina nel fondo di alcune pozze d'acqua stagnante lungo la spiaggia. Essa cresceva copiosa sugli steli disseccati di parecchie piante erbacee, specie sui fusti della *Salicornia herbacea*, dell'*Obione portulacoides*, invadendone d'ordinario le regioni più vicine al fondo melmoso della palude, talora anche le radici stesse semiscoperte e giacenti a fior di terra; a volte pure la si scorgeva sui piccoli ciottoli e su' frammenti di conchiglie che si trovavano sparse sul terreno inondato. Sopra si fatto substrato essa prendeva tutta l'apparenza di una crosta di molle consistenza, spessa circa un mill., di un bel verde a superficie quasi verrucosa. Cotesta sorta di fronda, esaminata anche con un debole ingrandimento, appariva costituita da numerosi ed eleganti cespuglietti elevantisi dal substrato toccandosi lateralmente e confluendo insieme in un tutto continuo di notevole compattezza. Quanto poi alla struttura, la pianta presentava caratteri così esclusivamente particolari e talmente differenti da quelli che distinguono le altre Cloroficee finora note, da restare *a priori* convinti che essa avrebbe dovuto riferirsi ad un tipo generico affatto nuovo. Indicherò questo nuovo genere col nome di *Ctenocladus* (1) per allusione alla disposizione

(1) Da Κτεὶς, ενός, pettine; κλαδός, οῦ, ramo.

unilaterale dei filamenti ramiformi onde la pianta si compone. La tendenza spirale della sommità dei ramuli sarà poi acconciamente espressa dallo appellativo specifico di *circinnatus*. Tav. III e IV

Studiata nelle condizioni vegetative normali, quale si rinviene costantemente nell' autunno, questa pianta si presenta costituita da un sistema di filamenti diffusi e serpeggianti sul substrato, da' quali si eleva un grande numero di rami dividentisi indefinitamente sempre verso una stessa direzione. Ambo questi sistemi vanne considerati separatamente, in quanto che diverso è il loro ufficio, come pure differente è la forma loro.

Il primo sistema di filamenti onde la pianta si adagia sul substrato, presenta uno sviluppo diverso secondo la estensione della superficie su cui detti filamenti crescono, a seconda degli ostacoli incontrati nello sviluppo. Ebbi spesso occasione di riscontrare degli individui cresciuti quasi isolati sopra piccoli ciottoli o su frammenti di conchiglie; vi si scorgeva in essi un insieme di fili ramificati scorrenti verso differenti direzioni, i cui ramuli, unilaterali, incontravansi qua e là soprapponendovisi e costituendo una sorta di rete a maglie assai irregolari. Altre volte, specie seguendo lo sviluppo di macrozoospore germinate in grandi cumoli sopra una superficie limitatissima, lo aspetto e la estensione dei filamenti erano differenti; essi trovavansi accalcati e confusi gli uni sugli altri dando tosto origine a ramuli aerei. Ho talora infine riscontrato qualche macrozoospora svolgersi in contatto ai fili di un grosso *Oedogonium*. Quivi i giovani filamenti, anzichè elevarsi direttamente verso l' alto, si accrescevano seguendo la lunghezza del filo, avviluppandolo con numerose ramificazioni in modo da costituire un intrigatissimo gomitolo.

Ma fatta astrazione di questi ultimi casi, del tutto speciali, i cespuglietti di *Ct. circinnatus* si attaccano al substrato per mezzo di un sistema di filamenti serpeggianti e diffusi e lo sviluppo di tali fili è d' ordinario poderoso. Normalmente essi non si stendono in linea retta; tendono invece ad incurvarsi verso un lato e così pure tutte le successive ramificazioni, di qualunque specie esse siano, seguono la stessa tendenza. La ragione di ciò, come ora vedremo, risiede nello incremento intercalare ed unilaterale che subiscono più o meno pronunciatamente tutte le cellule. Lo incurvamento è spesso marcatissimo, specie quando

Tav. III e IV considerevole è la lunghezza dei fili e dei rami che ne dipendono. Esso manifestasi in forma di arco, il quale si svolge regolarmente verso una data direzione; presso si fatti filamenti sono rare le sinuosità o le brusche interruzioni.

Le cellule che costituiscono i fili hanno tipicamente una forma cilindrica a diametro longitudinale più o meno raccorciato. A volte appariscono presso a poco egualmente lunghe che larghe, oppure anche due volte più lunghe che larghe. Eccezionalmente si osservano cellule considerevolmente estese in lunghezza, interposte qua e là alle normali. Il contorno interno di ogni cellula descrive una curva continua a sviluppo quasi circolare, ovale od ellissoide, in modo che la tramezza, che si interpone tra due cellule contigue, si presenta sotto forma di una lamella biconcava trasversale più o meno spessa. In generale la larghezza ordinaria degli articoli vegetativi varia da 10 a 15 micr.; la lunghezza loro media è compresa fra 12 e 18 micr. eccezionalmente la lunghezza importa da 20 a 32 micr.

Lo spessore delle pareti cellulari è più tosto considerevole, in modo che nello interno della sostanza della membrana hanno luogo quei fenomeni ottici, conosciuti col nome di striature e di stratificazioni risaltanti con particolare distinzione nelle pareti molto inspessite. Nella sostanza della membrana vi distinguiamo tre regioni: l'una interna, mediocremente spessa, molto refringente, finamente striata, i cui contorni tondeggianti staccano distintissimi e dànno alla cavità quella forma ovale od ellisoide che abbiamo notato. La soluzione alcoolica di jodio non rende a questo strato alcuna colorazione. La regione intermedia è di un' estrema tenuità e sotto forti ingrandimenti, facendo uso p. e. dell'obbiettivo ad immersione n. 9 di Hartnack, assume l'apparenza di una sottilissima laminetta grigiastra che riveste completamente la esterna superficie dello strato interno. La regione esteriore presenta uno spessore relativamente notevole ed importa presso a poco i $\frac{3}{5}$ dell'intiera membrana. Essa prende tutti i caratteri di una vera cuticola, e par che serva di cemento alle cellule onde la serie si compone. I contorni esterni di detto strato sono nettamente indicati da una linea scura, leggermente sinuosa lungo i fianchi del filo; le strozzature corrispondono ai punti di connessione delle cellule e sono più marcate lungo uno dei lati del filamento. Tale strato è fortemente refringente, d'un bianco brillante

Tav. III e IV

e traversato da sottilissime strie: esso si frammette fra' setti trasversali in forma di continua lamella, in modo che ogni articolo rimane da ogni lato cinto dallo strato cuticolare, od almeno tale n'è l'apparenza. La tintura di jodio rende a cotesta regione un colorito debolmente azzurro; mentre collocati i fili dentro a potassa caustica bollente detto strato completamente si discioglie e la serie si scinde nei singoli elementi onde si compone. Trattando invece i filamenti con acido solforico concentrato, oppure colla soluzione cupro-ammoniacale, non manifestasi alcuna notevole alterazione; il che dimostra grandissima l'analogia fra siffatto strato e la sostanza intercellulare dei tessuti delle piante superiori.

Il contenuto delle cellule componenti cotesto sistema di fili è del protoplasma associato ad abbondante clorofilla. Originariamente i granuli si presentano minuti, fittissimi ed omogeneamente distribuiti nell'interno della cavità cellulare. Vi si scorge altresì un grosso nucleo amilaceo a contorni marcatissimi, situato verso il centro. Allontanando la clorofilla mediante lo impiego di alcool a 70°, è facile accertarci della presenza di un vero nucleo protoplasmatico. Esso è più piccolo del nucleo amilaceo e sta situato lateralmente a questo; è di forma presso a poco sferica e talora include un piccolo nucleolo assai refringente. Le frequenti granulazioni protoplasmatiche rendono sovente invisibile il nucleo; in ogni modo, ricorrendo agli ordinarii mezzi di colorazione, la ricerca rimane molto agevole.

Sì fatte cellule normalmente rappresentano degli elementi puramente vegetativi e non dànno giammai luogo a formazione di zoospore; invecchiano ben presto coprendosi di una parete molto spessa; il contenuto si riempie di frequenti granuli, alcuni dei quali verdi, altri scolorati a mo' di amido od olio, mentre scompare del tutto il nucleo amilaceo. In cotesto stadio cessano di svolgersi ulteriormente e persistono in condizioni di vita latente per subire più tardi un nuovo modo di sviluppo, oppure anche lentamente si disfanno e spariscono.

Dal descritto sistema di filamenti a grado a grado si passa a quello delle ramificazioni aeree colla continuata e progressiva produzione di un indefinito ordine di rami. Questi pure prendono una direzione curvilinea, rivolgendo il lato concavo verso una stessa direzione corrispondente a quella medesima seguita dal filamento di ordine precedente.

Tav III e IV

Tutti gli elementi possiedono la facoltà di dare origine a laterali ramificazioni; ma d'ordinario i rami, dipendenti dai filamenti più vecchi, sono relativamente scarsi; indi divengono più frequenti e sempre più abbondanti, mentre diminuiscono in lunghezza.

La formazione dei ramuli ha luogo in una maniera che è del tutto caratteristica a questo genere. Nei primordî cotesto fenomeno è soltanto indicato dal leggero sollevarsi verso lo esterno di una delle due pareti longitudinali della cellula, assumendo essa parete una certa convessità, la quale si rende poi sempre più pronunziata. In tal guisa si abbozza un'emergenza laterale papilloide, dal cui continuato sviluppo in lunghezza deriva in pochissimo tempo un ramulo perfetto. Vanno però distinti due casi diversi di formazione; ora la cellula iniziale di una ramificazione è egualmente lunga che larga, ora è maggiore la sua lunghezza. Nel primo caso tutta quanta la parete longitudinale si solleva e costituisce la base del nuovo ramulo, nel secondo, detto ramo svolgesi per laterale germinazione della regione superiore della cellula, in modo che il sollevamento della parete manifestasi immediatamente al di sotto del setto trasversale che separa la cellula, di cui è parola, dalla contigua, e ciò solo per piccolo tratto o per una porzione di superficie corrispondente alla larghezza del futuro ramulo. Così abbozzata la formazione di un ramo, essa completasi per continuato sviluppo in lunghezza dell'elemento iniziale. Questo però raramente acquista una perfetta indipendenza dalla cellula madre, in quanto che in esso il primo setto trasversale ordinariamente formasi ad una certa distanza dalla cellula da cui esso dipende, sicchè la cavità di questa continuasi allo esterno per costituire la base della nuova ramificazione. L'incremento di questa procede in via regolare per reiterate partizioni trasversali seguite da proporzionato sviluppo in lunghezza. Indi succedonsi nuovi ramuli, e a questi poi degli altri ed indefinitamente moltissimi, seguendo la stessa legge di sviluppo descritto; dall'insieme deriva un regolare e compatto cespuglietto.

Tutti i ramuli, qualunque sia l'ordine loro di nascita, si rivolgono verso l'alto formando un angolo di 40°-50° colla ramificazione di ordine precedente e sono presso a poco tra di loro eguali in larghezza. È degno però della massima considerazione il fatto, che essi ramuli, per quanto numerosi in una stessa colonia, tutti si svolgono verso una stessa e costante direzione; nessuna eccezione èvvi a siffatta regola. Cotesta

particolarità trova analogo riscontro in qualche Melanoficea di acqua dolce del genere *Pleurocladia* A. Br. Tav. III e IV

Il numero dei ramuli generati è d'ordinario grandissimo, in quanto che ogni cellula è suscettiva di sviluppo laterale; ma in fatto essi sono più copiosi verso la sommità. Comunque sia, se si riflette al modo e all'ordine come le ramificazioni si svolgono, c'è possibile *a priori* renderci ragione della regolare ed elegante costituzione dei cespuglietti di *Cl. circinnatus*. Anzi, per una singolare concomitanza, riscontriamo attuato nelle singole parti, onde questa pianta si compone, con grandissima analogia, quello stesso processo di ramificazione simpodiale descritto recentemente dai morfologi per la teorica intelligenza della cima scorpioide. La rassomiglianza è davvero grandissima, e ciascun ramulo di *Ctenocladus*, svolgendosi costantemente verso uno stesso lato, dando poi origine colla stessa legge ad un indefinito ordine di altre ramificazioni, dà a poco a poco luogo alla formazione di un complicatissimo insieme di filamenti a sviluppo scorpioide. Un intiero cespuglietto potrebbesi benissimo paragonare ad un'enorme cima scorpioide ripetutamente ed estremamente composta. Lo appellativo specifico di questa pianta parmi per questo bene appropriato.

La particolarità dianzi notata, che i singoli rami tendono, durante il loro sviluppo, a curvarsi più o meno sensibilmente ad arco, determina una leggera tendenza spirale nei diversi membri componenti l'organismo. Cotesto fatto è di grande vantaggio alla pianta, in quanto che rende agevole il successivo suo ampliamento, mentre toglie ogni ostacolo al libero sviluppo dei ramuli. Comunque lievissima sì fatta tendenza, è però bastevole al conseguimento di tal fine. Lo incurvamento dipende dallo essere ogni cellula della serie, nessuna esclusa, virtualmente suscettiva di svolgersi verso una stessa direzione laterale. E sebbene non tutti gli elementi si allungano in rami, tuttavia presso la più gran parte di essi il fenomeno rimane solamente accennato dallo unilaterale sollevamento della parete o tutto al più ridotto alla semplice produzione di una cortissima emergenza unicellulare. Sicchè per tutta quanta la lunghezza di uno stesso filamento esiste una regione laterale capace di maggior sviluppo e corrispondente al lato donde emergono i ramuli, alla cui attività è necessariamente dovuta la incurvazione del filo verso il lato opposto.

Tav. III e IV. L'accrescimento dei ramuli è generale, vale a dire non limitato a regioni determinate del filamento, in quanto che tutte le cellule indistintamente si moltiplicano per continuate partizioni trasversali. Soltanto a vegetazione inoltrata l'attività moltiplicativa manifestasi più marcata nei ramuli di recente formazione, e ciò fin tanto che questi non si trasformino in zoosporangi. Allora interviene nella vita dell'organismo una nuova fase di sviluppo, la quale va studiata nei suoi minuti particolari.

Lo stadio riproduttivo è caratterizzato dalla produzione di germi mobili o meglio di zoospore, delle quali alcune sono suscettive di sviluppo agamico, altri comportansi da veri plasmidî sessuati. Distinguerò questi ultimi col nome di zoogonidî.

Zoospore e zoogonidî rappresentano una definitiva condizione di sviluppo che la pianta raggiunge appena cessato lo incremento vegetativo. Questo avviene normalmente alla fine dell' autunno. Allora le cellule apicali dei ramuli si trasformano in zoosporangi, e di lì a poco l' intiera colonia si dissolve, passando per nuove e complicate fasi di esistenza, donde poi si compie il ritorno alla forma primitiva.

Rivolgendo per ora la nostra attenzione alla riproduzione agamica, occorre anzitutto distinguere due sorta di germi che intervengono per lo adempimento di sì fatta funzione. Ambo sono delle zoospore bicigliate, ma differenti tra di loro quanto alla origine, alla forma e alle dimensioni. Indicherò le une, più grandi e prodotte alla fine del periodo di vegetazione normale all' interno di cellule particolari della sommità de' ramuli, col nome di macrozoospore; le altre più piccole, generate dentro cellule vegetative pervenute allo stadio palmellaceo, si diranno microzoospore.

Fig. 2-3. Verso la fine dell'autunno, eccezionalmente anche più tardi o prima, gli articoli degli estremi rami apicali divengono cellule madri generatrici di macrozoospore, ossia macrozoosporangi. A tal' uopo ogni cellula vegetativa si stende ed accrescesi lateralmente nel modo stesso descritto per la formazione dei ramuli normali di vegetazione e costituisce una emergenza pronunziatissima, la quale, raggiunta una certa lunghezza, spesso considerevole, trasformasi tosto in un semplice zoosporangio uniloculare; oppure continuando ad allungarsi nella stessa direzione laterale

primitiva dà origine ad un corto ramulo diviso trasversalmente in due o tre articoli, i quali divengono pure essi altrettanti macrozoosporangi. Come i ramuli di ultima generazione, così anche quelli di penultima, possono dar luogo alla produzione di macrozoospore dentro cellule particolari; ed in quest' ultimo caso soltanto quegli elementi i quali non si sono svolti in rami di vegetazione.

Tav. III e IV.

In tutti i casi i macrozoosporangi differiscono dalle ordinarie cellule vegetative principalmente per il maggiore sviluppo loro in lunghezza, potendo alle volte raggiungere un diametro longitudinale persino 12 volte maggiore di quello trasversale. In generale essi sono delle cavità cilindriche assai allungate, larghe presso a poco quanto gli articoli vegetativi ed aventi la stessa origine dei ramuli di vegetazione. Per quest' ultima circostanza, se si formano dei macrozoosporangi da articoli piuttosto lunghi od almeno più lunghi che larghi, a sviluppo compiuto, la intiera cellula generatrice delle macrozoospore apparirà costituita da due parti, cioè, dall'articolo originario e da una laterale emergenza subapicale dello stesso, formanti l' una e l' altra un' unica cavità. Così pure possono osservarsi altre differenze relative alla struttura e alla disposizione de' macrozoosporangi, le quali pienamente corrispondono a quelle che notammo studiando la genesi e la costituzione dei ramuli. Del resto volendo classificare siffatti organi rispetto alla origine, alla posizione ed alla conformazione loro, ne distingueremo di tre sorta; 1° macrozoosporangi laterali, indipendenti dagli elementi del ramulo di cui sono laterale produzione, essendosi la loro cavità segregata da quella della cellula madre mediante una parete trasversale; 2° macrozoosporangi laterali, la cui cavità è continua con quella della cellula madre generatrice, e ciò per mancata formazione di una tramezza di cellulosa; 3° macrozoosporangi interni, dovuti a totale metamorfosi di una cellula vegetativa qualunque, non accompagnata da formazione di una laterale emergenza. Gli zoosporangi si distinguono altresì dagli articoli vegetativi per la relativa sottigliezza delle pareti loro; laonde manca in queste ogni traccia di strie e sono di una trasparenza quasi vitrea. Il contenuto prende poi un aspetto del tutto particolare: la clorofilla non trovasi differenziata in granuli, ma costituisce allo interno della cavità cellulare una massa omogeneamente distribuita, o tutto al più scorgonsi rarissimi corpuscoli. In tale stadio spicca

Tav. III e IV. distintissimo il nucleo amilaceo e lateralmente a questo, indicato da una piccola areola scolorata, vedesi pure sovente il nucleo protoplasmatico appartenente alla cellula.

Fig. 1. La formazione delle macrozoospore comincia di notte e si compie il mattino seguente di buon' ora. I germi derivano per successiva divisione del contenuto in 8, 16, 32 parti. Tali differenze nel numero delle macrozoospore, svoltesi in una stessa cellula madre, dipendono dalle variabili dimensioni di questa. Per queste ragioni mi è occorso anche di osservare la formazione di 4 macrozoospore in cellule eccezionalmente piccole. La divisione del contenuto si effettua regolarmente e con una certa rapidità. D'ordinario le prime scissioni avvengono in direzione trasversale, l'ultima nel senso della lunghezza. Possono tuttavia aver luogo divisioni del contenuto con regolare alternanza, e questo in ispecial guisa quando i macrozoosporangi sono corti e relativamente grossi: caso in fatto rarissimo. A formazione compiuta, i germi Fig. 2 m. prendono una disposizione biseriale all'interno della cellula generatrice.

I macrozoosporangi maturi si aprono per un piccolo foro circolare, il quale, per la differente disposizione di esse cellule, praticasi ora all'apice, ora lungo le pareti longitudinali a simiglianza delle *Cladophora*.

La uscita delle macrozoospore nella stagione autunnale comincia verso le 8 del mattino, essendo la temperatura ambiente di circa 12° C., e si protrae normalmente fino alle 11 ant. Un tempo nuvoloso, come pure un abbassamento rapido di alcuni gradi di temperatura, può bensì ritardarla. A 4° C. cessa completamente la emissione dei germi mobili, nè può essere ulteriormente riattivata.

Fig. 2 n. 4. La uscita delle macrozoospore dà luogo ad un fenomeno di una grande importanza per la fisiologia del protoplasma e del quale troviamo pieno riscontro nella emissione delle grosse spore mobili degli *Oedogonium*. Il poro, onde apronsi i macrozoosporangi del *Cl. circinnatus*, presenta da principio un diametro assai piccolo relativamente alla grossezza del corpo delle macrozoospore, le quali sono già pronte a disseminarsi nel liquido ambiente. L'egresso di queste non è quindi possibile senza qualche fatica. A tal uopo la prima macrozoospora, pervenuta di contro all'orificio, vi penetra col rostro e spingesi in avanti tentando ogni sforzo per superare l'angusto adito. Il corpo del germe,

estremamente contrattile, procede oltre quasi nulla si opponesse alla uscita, restringendosi e strozzandosi a misura che avanza ed urta contro le pareti dell'angusta apertura. Finalmente l'ostacolo è vinto e la macrozoospora rapidamente guadagna il liquido circostante. Ben tosto una seconda macrozoospora tenta la stessa via coi medesimi sforzi e con egual successo; indi una terza e così di seguito tutte quante stanno incluse nello stesso macrozoosporangio. Nelle condizioni normali l'intiera evacuazione effettuasi in meno di due minuti. A volte però quando trattasi di zoosporangi a sviluppo precoce, determinato specialmente dallo stato particolare delle colture, qualche macrozoospora non riesce ad abbandonare la propria cellula madre e rimane sovente incagliata dentro l'apertura; il che impedisce alle altre, tuttora contenute nello interno del macrozoosporangio, di guadagnare la uscita. Tav. III e IV.

Generalmente a misura che uno zoosporangio si vuota, l'orifizio s'ingrandisce e la liberazione de' germi ha luogo senza tanta difficoltà. Ciò è dovuto ad una lenta e sempre crescente liquefazione che subisce la regione della parete ove praticasi l'apertura; sicchè i vecchi macrozoosporangi, già perfettamente vuoti, si presentano costantemente mancanti della sommità a mo' di una manica aperta. Fig. 2 *k*.

Non si osserva alcuna regola quanto all'ordine col quale si vuotano le cellule madri delle macrozoospore. Spesso però pare che la emissione cominci dai macrozoosporangi apicali e gradatamente proceda verso quelli interni.

Le macrozoospore, esaminate libere e vaganti per l'acqua ambiente, non presentano alcuna traccia delle difficoltà subite durante la uscita, le quali provano con somma evidenza la estrema contrattibilità del corpo dei protoplasmi nudi. Noi troveremo identico riscontro di tal fenomeno nelle zoospore dell'*Hormotila mucigena* moventisi in un mezzo più denso dell'ordinario. Esse macrozoospore sono tipicamente ovali, a volte anche presso a poco ellissoidi. La metà anteriore del loro corpo è perfettamente jalina, trasparentissima e vi si attaccano due esilissimi cigli; il resto è ripieno di una massa granulosa clorofillacea obbliquamente disposta in modo da lasciar visibile uno spazio chiaro laterale a mo' di vacuola. Non ho potuto verificare se veramente trattisi di una vacuola pulsante. Fra mezzo alla clorofilla si nasconde un nucleo amilaceo rotondo talora a contorni ben distinti. Vi si scorgono Fig. 5.

Tav. III e IV. altresì qua e là intorno al vacuo laterale pochi granuli di grandezza differente e lucidi, verosimilmente dovuti a sostanza mucilaginosa. Esiste pure distintissimo un piccolo ocello rosso addossato alla parete verso la regione mediana del corpo della macrozoospora. La lunghezza massima del germe importa circa 9 micr., mentre la larghezza varia da 5 a 7 micr. Del resto non esistono apprezzabili differenze di volume.

Le macrozoospore si muovono circa 12 ore con grande vivacità, accumulandosi verso i punti più esposti alla luce: esse sono perciò positivamente eliotropiche come la più parte delle zoospore. La germinazione comincia appena cessato il moto. Ho potuto agevolmente seguirne lo sviluppo per quasi due mesi. Siffatta vegetazione, confrontata con quella dei germi cresciuti all'aperto, mi è parsa assai lenta: i fili derivati dalle macrozoospore germinanti nei miei acquarî non avevano raggiunto che una lunghezza circa 20 volte maggiore del diametro trasversale. Ho attribuito sì fatto ritardo alla presenza di un'ameba terrestre che si era copiosamente svolta a spese delle mie colture, che poi finiva col distruggere.

Fig. 6. Nei primi stadî di germinazione la macrozoospora si copre di una sottilissima e trasparente membrana mentre diviene a poco a poco globoide. La clorofilla assume una situazione parietale ben marcata; il nucleo amilaceo spicca distintissimo. Ben tosto aumenta il volume del germe senza che si manifesti il più lieve cambiamento nella forma di esso, e scompare ogni traccia dell'ocello. A capo di una settimana, essendo la macrozoospora germinante ancor più cresciuta in dimensioni, si manifesta in questa la tendenza di svolgersi in filamento. Cotesto modo di sviluppo procede poi regolarmente e ne deriva un filo di struttura confervacea, diviso in articoli mediante pareti trasversali. Presso ogni cellula la cavità è ripiena di abbondante clorofilla, la quale si accumula in masse distinte contro le pareti, quasi come osservasi nelle cellule di un *Stigeoclonium*. Vi si scorge altresì un nucleo amilaceo ben marcato. Le membrane cellulari sono sottilissime, ma s'inspessiscono in corso di sviluppo. Nelle mie colture, i filamenti derivati dalla germinazione delle macrozoospore, durante lo allungamento, si sono conservati semplici, dando luogo a irregolari dilatazioni seguite da cangiamento nella direzione primitiva. Esaminando però più tardi analoghe germinazioni compiutesi all'aperto, acquistavo la certezza

che da tali germi avessero poi origine nuovi e normali cespugliotti di Cl. *circinnatus*. Il modo come ciò effettuasi si comprende facilmente. Tav. III e IV.

Compiuta la evacuazione dei macrozoosporangi, assicurata così in via agamica la conservazione dell'organismo, la pianta subentra in una nuova fase di esistenza, la quale distingue il periodo di vegetazione invernale. Per questo riguardo il *Cl. circinnatus* non si comporta differentemente da un grande numero di altre Corfervoidee. Allora le cellule, le quali non hanno preso parte alla su descritta moltiplicazione, si svolgono seguendo due vie diverse: alcune rimangono temporariamente in condizioni vegetative e si cambiano in elementi protococcoidei suscettivi di uno sviluppo complicatissimo; altre a poco a poco s'ingrandiscono e si trasformano in grossi zoogonangi ibernanti. In tutti i casi cotesta nuova fase di sviluppo è contradistinta dalla completa dissoluzione dei fili. Influendo favorevoli condizioni, specie in tempo di prolungata e copiosa pioggia il fenomeno compiesi con grande rapidità. Presso ogni cellula allora manifestasi marcatissima la tendenza d'individualizzarsi in elemento a sè perfettamente distinto. In conseguenza la sostanza delle pareti cellulari, o, forse con più verosimiglianza, lo strato cuticolare perde tutta quanta la primitiva coesione, si sfascia e cade, mentre il contenuto, vestitosi di una propria membrana, si riorganizza in una nuova cellula completa. È codesto un vero processo d'innovazione o di ringiovanimento, come suol dirsi, il quale ricorda moltissimo il costituirsi del contenuto tutto di una cellula di *Oedogonium* in grossa zoospora. Le cellule derivate da sì fatto processo si isolano prestissimo, e l'intiero cespuglietto si trasforma in un irregolare cumolo di elementi protococcoidei, i quali non conservano alcuna traccia della primitiva loro disposizione.

Prendendo primieramente in esame quegli elementi derivati da così fatto processo i quali restano alcun tempo in condizioni vegetative, va anzitutto notato come spesso alla dissoluzione delle vecchie pareti cellulari preceda il pronto dividersi trasversalmente del contenuto in due nuovi elementi. Questi crescendo ed arrotondandosi, forzano la membrana materna, la quale si dilata o si spezza e poi lentamente sciogliesi in massa gelatinosa amorfa. La quantità di sì fatta sostanza è soggetta a variare probabilmente secondo le condizioni ambienti e Fig. 7

Tav. III e IV. secondo lo spessore della vecchia membrana. Per questo le cellule possono rinvenirsi ora affatto nude e libere, ora avvolte da spessa e copiosa gelatina. In tale stadio la pianta riveste qualche volta tutti i caratteri della *Hormospora mutabilis* Bréb., ma soltanto per brevissimo tempo in quanto che intervengono ulteriori divisioni nelle singole cellule ripetute con regolare alternanza secondo le tre direzioni dello spazio. Ne derivano così dei gruppi di elementi sferoidi, raccolti dentro mucilagine più o meno copiosa e somigliantissimi a colonie di una *Palmella* o di una *Gloeocystis.* Talora in corso di sviluppo la gelatina lentamente diffluisce e si discioglie in massa liquida; oppure cessa la produzione ulteriore di sì fatta sostanza. Così le cellule restano perfettamente isolate. Ciò precorre lo avvicinarsi di una nuova fase di sviluppo della quale si dirà ora.

Fig. 8.

Fig. 9. Durante il descritto stadio palmellaceo il contenuto delle singole cellule è ripieno di minute e fittissime granulazioni distribuite omogeneamente. La parete, essendo sottilissima e trasparente, par che manchi addirittura. Così pure il considerevole condensamento della massa clorofillacea rende quasi invisibile il nucleo amilaceo. Il volume delle cellule è variabile secondo la età, in quanto che gli elementi di più recente formazione appariscono più piccoli dei primitivi.

Lo sviluppo che subiscono sì fatte colonie è di una estrema complicazione. I risultati dedotti dalle mie numerose osservazioni contengono parecchie lacune, le quali io spero di poter colmare nello avvenire. Riferirò per ora solamente tutto ciò che parmi di meglio accertato.

Nelle condizioni sopraccennate le colonie sono suscettive di svolgersi agamicamente mediante microzoospore. Alcune cellule soltanto dànno luogo direttamente a cotesto modo di moltiplicazione; altre, più tardi, dopo essersi trasformate in fili.

Fig. 14-15. Le microzoospore nascono per successiva divisione del contenuto delle singole cellule in 4, 8, 16 parti. Come nel caso della formazione delle macrozoospore, la divisione comincia di notte e compiesi la mattina seguente. Allora sciogliesi lentamente l'ambiente gelatina e le microzoospore si spargono nell'acqua. Esse sono più piccole delle macrozoospore, del resto vi rassomigliano completamente quanto alla forma ed alla struttura. Muovonsi con grande vivacità rivolgendosi verso i punti più esposti alla luce. Il moto dura in media una mezza giornata;

indi cessa ed i germi si trasformano in esili fili. Nelle colture non ho potuto bastevolmente seguire lo sviluppo di cotesti filamenti; ho bensì notato che nei primi stadî della germinazione il corpo della microzoospora s'ingrandisce pochissimo; la clorofilla prende una posizione parietale, mentre scompare ogni traccia di ocello. Indi il germe si allunga irregolarmente. Gli articoli si tramezzano a distanze assai variabili e le cellule che ne risultano ora si slargano irregolarmente, ora appariscono ristrettite in varî punti. Non ho potuto assicurarmi se tali fili si svolgano poi in rami, nè mi è riuscito di rilevarne lo ulteriore sviluppo. Credo però probabilissimo che essi diano origine a questa seconda forma di sviluppo che ora descriverò. Tav. III e IV.

Mentre continua la produzione delle microzoospore, le altre cellule, estranee a cotesto processo, si svolgono seguendo un' altra differente via. Presso tali elementi cessa allora la produzione della esterna gelatina; la parete, comunque sottile, spicca distinta; i granuli clorofillacei si sono completamente disciolti, e la sostanza verde si trova ammassata densamente contro le pareti; nell' interno della cavità si osserva un ampio vacuo scolorato, irregolare. Le dimensioni di coteste cellule sono variabili, siccome pure variabili sono quelle degli elementi che da esse direttamente derivano. Per progressiva germinazione, segue da sì fatte cellule la costituzione di un poderoso sistema di filamenti. Lo sviluppo, specie nei primordî, è irregolarissimo tanto per la direzione che prendono i filamenti, come per la forma e per le dimensioni delle cellule che questi compongono. Sonvi di quelli che si ramificano di buon'ora, altri si conservano semplici per lungo tratto, serpeggiando e diffondendosi variamente sinuosi sul substrato. Quanto alle cellule, talune si estendono notevolmente in larghezza, prendendo una forma cilindrica pressochè regolare, oppure qua e là si restringono, mentre d' altra parte considerevolmente si dilatano; altre si presentano più corte o cortissime a contorno in mille guise variabile. Qualche volta la connessione di più articoli consecutivi è indicata da profonde strozzature; in altri casi sembra che la unione di più cellule si compia obliquamente per la regione sottoapicale. Siffatto complesso di filamenti si complica coll' aggiunta indefinita di numerosi ordini di ramuli. Per via della grande irregolarità degli elementi e per la estrema compattezza del complesso che ne risulta, riesce assai difficile lo indagare quale legge regoli

Fig. 10.

Fig. 11-12.

Tav. III e IV. la disposizione e l'ordine di nascita dei rami. Non ostante, se non mi sono ingannato, parmi di potere asserire che tutte le ramificazioni si dispongano unilateralmente secondo il modo normale e caratteristico della forma macrozoosporifera. I ramuli però si succedono con grande frequenza e crescono diritti, ed addossati gli uni sugli altri, costituendo un densissimo complesso di apparenza quasi ifica. L'analogia non è poi del tutto lontana, stante la particolare forma degli articoli e lo special modo di struttura loro. Le cellule sono infatti poverissime di contenuto clorofillaceo e sovente, quando si presentano estremamente allungate, la sostanza verde si riduce ad una minutissima fascia parietale, spesso in forma d'anello, racchiudente un piccolo nucleo amilaceo. La parete è poi sottilissima e di una trasparenza quasi vitrea. In sostanza, la struttura concorda perfettamente con quella delle cellule di *Ulothrix*, anche nelle più lievi modificazioni che potrebbero manifestarsi. Questo fatto è veramente singolare, in quanto che le due piante, considerate in altre condizioni della loro esistenza non presentano poi che scarsissimi punti di contatto.

È per altro necessario di notare come sì fatto sistema di filamenti non rappresenti poi che una forma transitoria di sviluppo, paragonabile ad una sorta d'ipotallo, dal quale, per una serie di ulteriori modifica-
Fig. 11-12, *i*. zioni, la pianta ritorna alle condizioni definitive di vegetazione. Coteste metamorfosi sono preannunziate dalla formazione più regolare di articoli corti, abbondanti di materia verde, e a pareti più spesse, mentre gli altri a poco a poco si vuotano del proprio contenuto e restano in forma di esili elementi ifoidei. Tali articoli, dapprima sparsi e rari, indi più frequenti e disposti in serie, s'ingrandiscono a grado a grado prendendo a sviluppo compiuto una forma ovale od ellissoide. La loro membrana s'inspessisce moltissimo e si presenta concentricamente striata: la tintura di jodio le rende una debole colorazione violetta. Il contenuto è ripieno di abbondanti e grossi granuli clorofillacei, fra i quali spiccano molti grossi corpuscoli di sostanza amilacea. Tali cellule sono congiunte l'una dopo l'altra in serie moniliforme. Il volume loro è uguale a quello delle cellule vegetative normali.

Durante le accennate modificazioni, gli esili ed irregolari filamenti, direttamente derivati dalla germinazione delle cellule a sviluppo di *Palmella*, non si svolgono altrimenti, mentre i nuovi fili, a cellule più

grosse, gradatamente ripristinano la originaria forma cespugliosa. Ma sovente le condizioni ambienti oppongono un ostacolo a cotesto regolare svolgimento, e le serie moniliformi su descritte ritornano allo stadio palmellaceo precedente. Conseguentemente la membrana cellulare si scioglie in gelatina, e il contenuto si divide successivamente in 4, 8, 16 parti, le quali divengono altrettante cellule, oppure anche delle microzoospore. Tutto ciò fa sì che lo stadio di *Palmella* persista lungamente e prova con quanta efficacia influisca l'esterno ambiente sulle condizioni di sviluppo dell'organismo. Un certo numero di cellule cosiffatte mostrano però di resistere a coteste sfavorevoli influenze, e protette dalla solida e spessa parete rimangono disperse sul substrato, impassibili ed isolate tutto lo inverno per svolgersi poi nella primavera seguente, oppure, sopraffatte dalla secchezza, si conservano immutate tutta la state. Ignoro lo sviluppo ulteriore di siffatti elementi; probabilmente essi si svolgeranno in nuove colonie palmelloidee.

Tav. III e IV

Fig 13.

Rimane in ultimo da rivolgere la nostra attenzione allo sviluppo sessuale del *Ct. circinnatus*.

Dianzi notavo come non tutti gli articoli vegetativi soggiacciano alla fine dell' autunno a quel processo di divisione e moltiplicazione cellulare onde hanno origine delle colonie a sviluppo palmellaceo; un certo numero, rimasti affatto esclusi da cotesto svolgimento, si trasformano in zoogonangi. Come i precedenti, quest' ultimi, pare, debbano la loro origine ad uno speciale processo di ringiovanimento di cui è sede il proprio contenuto. Per questo la parete loro si sfalda e staccasi e l'interno della cellula si riorganizza in un elemento generatore di germi sessuati. La nuova cellula, rivestita di una propria membrana, a grado a grado s'accresce in volume. La resistenza che oppone la parete della cellula madre, la quale d'ordinario non si scioglie ma persiste in forma di tenace inviluppo, determina una certa disuguaglianza nello incremento del giovine zoogonangio, epperò lo sviluppo di questo talora sembra laterale rispetto al filamento primitivo, a volte longitudinale. Nel primo caso la cellula in via di formazione si svolge, ampliandosi, verso un lato, restando colla opposta estremità inclusa, quasi incapsulata, dentro la parete materna; la quale inceppandone parzialmente il libero sviluppo, fa sì che il zoogonangio assuma una configurazione piriforme.

Fig. 16.

Fig. III e IV. Nell'ultimo caso lo incremento è più omogeneo, il zoogonangio prende una forma ovale od ellissoide e della parete della cellula madre non rimane che qualche traccia alle due estremità del nuovo organo.

Fig 17. I zoogonangi, maturando, inspessiscono considerevolmente la propria parete. Ma di rado si fatto spessimento è uguale ed omogeneo per tutta la estenzione della parete; sovente invece formasi all'esterno della membrana un grosso corpo calloso in forma di sperone, spesso melto sviluppato e dal quale troviamo identico riscontro nelle grosse cellule ibernanti dei generi *Kentrosphaera* Borzì, *Scotinosphaera* Klebs, e *Phyllobium* Klebs. La presenza di cosiffatta appendice presso cellule, come queste, destinate a soggiacere lungamente allo stato latente ed appartenenti a così disparati organismi, pone in rilievo una circostanza il cui valore biologico non dovrà certo essere di lieve entità.

La intima costituzione del contenuto dei zoogonangi maturi del *Ct. circinnatus* presenta ancora non minore analogia con quella delle cellule ibernanti dei ricordati organismi. Da principio tutta la cavità è ripiena di minuti, numerosissimi e fitti granuli clorofillacei omogeneamente distribuiti; marcatissimo è il nucleo amilaceo, sovente un po' spostato dal centro. Indi le granulazioni divengono più grosse, disuguali, frequentissime; parecchie manifestano con somma evidenza la loro natura amilacea. Il nucleo d'amido è intieramente scomparso. D'allora in poi aumenta considerevolmente la provvigione di sostanza amilacea; vi si aggiungono pure delle grosse gocciole di grasso. Così costituiti, i zoogonangi soggiacciono impassibili alle sfavorevoli condizioni dell'ambiente e rimangono tutto lo inverno dispersi e confusi fra mezzo alle altre cellule a sviluppo palmellaceo. Il loro volume, spesso considerevole, basta *a priori* a distinguerli da cotesti elementi. Ve ne sono di quelli molto grossi misuranti un diametro di 70 micr.; altri più piccoli larghi fino a 25 micr. Lo spessore della parete importa da 6 ad 8 micr.

Fig. 18. Secondo le mie osservazioni, è raro il caso che i zoogonangi, senza passare allo stato di vita latente, si svolgano direttamente in germi. Ciò dovrebbe effettuarsi in via normale, se il sopraggiungere dell'inverno probabilmente non esercitasse delle sfavorevoli influenze sullo sviluppo di quegli organi. Lo stadio ibernante dura normalmente due o tre mesi. Può tuttavia cotesto periodo essere abbreviato da eccezionali

Tav. III e IV.

condizioni ambienti; e specie un moderato aumento di temperatura seguito da abbondante umidità può determinare il precoce sviluppo dei zoogonangi, come ebbi ad assicurarmi mediante prolungate culture.

Fig. 19.

Primo indizio della imminente produzione dei zoogonidi è la totale scomparsa delle interne e numerose granulazioni amilacce. La clorofilla allora si accumula a poco a poco sulle pareti, differenziandosi in masse di mediocre estensione, distinte ed a contorni definiti. Cotesto fenomeno è paragonabile a quello stesso processo di condensazione in nastri parietali a direzione raggiante che subisce la sostanza verde delle grosse cellule ibernanti di *Phyllobium dimorphum* (2) e *Kentrosphaera* durante le fasi che precorrono il ritorno a vita attiva di essi elementi. Poco dopo il contenuto soggiace a nuovi cambiamenti: le masse clorofillacee si sciolgono lentamente in minuti granuli; questi si accostano gli uni verso gli altri, e si confondono in unica massa finamente granellosa pressochè omogenea. Nel tempo stesso la spessa parete par che tenda a subire una lenta e totale liquefazione; spariscono le stratificazioni dianzi tanto marcate, e la sostanza della membrana assume una struttura più omogenea ed un certo grado di trasparenza che dirò quasi vitrea. Intanto nel seno del contenuto si accentuano più profonde modificazioni, il risultato delle quali è la formazione di numerose porzioni poliedriche densamente serrate le une contro le altre ed occupanti tutto quanto il lume della cellula. La comparsa di tali masse è simultanea e rende all' intiero contenuto cellulare un aspetto schiumoso. Ben tosto esse si arrotondano e si differenziano in altrettanti germi in forma di zoospore. La uscita loro si effettua per completa soluzione della regione apicale della membrana, non già di tutta la parete, siccome potrebbesi *a priori* arguire dalla considerazione dei dianzi accennati cambiamenti subiti dalla membrana durante siffatto processo.

Fig. 20.

La dissoluzione parziale della parete del zoogonangio è pressochè instantanea, in modo che rapidamente effettuasi la sua intiera evacuazione. I germi sono agilissimi ed hanno la identica costituzione e quasi lo stesso volume delle microzoospore. Sovente però assumono una forma più allungata; del resto sono pur' essi provvisti di due esilissimi cigli,

---

(2) G. Klebs, *Beiträge zur Kenntniss der niederer Algenformen*, nella *Bot. Zeit.*, 1881, p. 272.

Tav. III e IV. di un ocello rosso parietale, di un nucleo amilaceo e di una vacuola laterale. Il significato sessuale attribuito a cotesti germi è *a priori* dimostrato dalla sterilità del più grande numero di essi, onde, pervenuti dopo poche ore in riposo, anzichè svolgersi regolarmente a simiglianza delle zoospore, a poco a poco si sformano e poi sparisce ogni traccia loro. Ciò osservasi segnatamente quando nelle colture non si dispone che di una piccola quantità di zoogonangi maturi e la emissione dei germi si effettua in tempi differenti. Allora risalta evidentissima questa circostanza di grande valore fisiologico, che i zoogonangi generati da uno stesso zoogonangio non sono suscettivi di reciproca copulazione; la fecondazione è soltanto possibile tra germi provenienti da differenti cellule (3).

Fig. 21. Non potendo disporre di bastevole materiale, le mie ricerche sulla sessualità del *Cl. circinnatus* sono in gran parte manchevoli. Nei pochi casi, nei quali mi è riuscito di osservare la copulazione dei zoogonidî, non potei seguire a lungo lo sviluppo delle zigospore; sicchè ignoro per quali vie e in qual modo si compia il ritorno alla forma primitiva.

La copulazione ha luogo per graduale fusione del corpo dei due germi venuti in contatto mediante le regioni antero-rostrali e procede oltre poi gradatamente pe' lati, in modo che in meno di due minuti i due zoogonidî si trasformano in una semplice zigospora. Questa è provvista di quattro ciglia, di due ocelli laterali e di due nuclei amilacei. Le vacuole parietali dei singoli germi si sono fuse insieme durante la conjugazione e costituiscono un' unica vacuola centrale. Il moto delle zigospore dura mezza giornata od anche meno. Per mancanza

---

(3) Seguendo una distinzione proposta dal Delpino (*Ann. scient. ed ind.*, XIV. p. 571) ho voluto indicare col nome di *zoogonidî* i mobili plasmidi sessuati del *Ctenocladus*. Attenendomi al medesimo criterio, avrei dovuto altresì servirmi della stessa espressione per designare le cellule sessuali dell'*Ulva Lactuea* e della *Leptosira Mediciana*. Tuttavia per la considerazione che presso tali piante la sessualità non manifestasi collo intervento di germi assolutamente ed esclusivamente servienti a tale ufficio, ho creduto allora conveniente di giovarmi della originaria e generale espressione di *zoospore sessuate* che il Pringsheim già introduceva nella Scienza, comunque sì fatto appellativo non mi sia parso bene appropriato. Le nostre conoscenze sulla vita degli organismi inferiori sono tuttora troppo imperfette per ritenere che vi sieno dei vocaboli rigorosamente proprî per un' esatta definizione delle proprietà inerenti a taluni organi appartenenti a tali esseri.

di bastevole materiale non ho potuto instituire delle esperienze relative all'azione della luce su tali germi. Nei pochi casi da me osservati, cessato il movimento, le zigospore rimanevano deposte sul fondo del recipiente, coprendosi di una sottile parete e assumendo una forma sferoide senza che il contenuto subisse alcun cambiamento.

Tav. III e IV

Dalle ricerche precedenti rimane in qualche guisa dimostrato in qual modo proceda lo sviluppo del *Ct. circinnatus* dall' autunno alla primavera dell'anno seguente. Resterebbe soltanto da esaminare sotto qual forma si compie la conservazione dell'organismo durante la stagione secca e specie nella estate, e per quali vie rendesi possibile il ritorno a quelle condizioni di vita attiva che distinguono il periodo di vegetazione autunnale di sì fatta pianta. Intorno a tale argomento mi resta poco da dire.

Al cessare delle copiose pioggie primaverili, cui la pianta deve tanto rigoglio di vegetazione, segue un lungo periodo di sospensione dell' attività vitale dell' organismo, provocato tanto dalla secchezza, come dalle mutate condizioni della temperatura ambiente. Visitando sovente al sopraggiungere di cotesto periodo e più tardi la località ove nei mesi precedenti avevo rinvenuto l' alga in piena vegetazione, mi riusciva di determinare le principali modalità di cotesto processo. Sia o no compiuta la metamorfosi della forma palmellacea in cespuglietti a sviluppo vegetativo normale, oppure esista la pianta in queste ultime condizioni soltanto, il disseccamento riduce l'organismo o le sue parti in tale stato di rigidezza da renderlo fragilissimo sotto la più lieve pressione. Per la seguita insolazione, la clorofilla si trasforma in una sostanza rossastra d'aspetto oleoso, la quale riunita in grandi gocciole, si condensa nella cavità cellulare. Le pareti assumono una lucentezza più spiccata. Da tali modificazioni non sono esclusi quei zoogonangi i quali non hanno potuto a tempo compiere il loro sviluppo. Durante siffatto periodo i delicatissimi fili a elementi allungati, esili e scarsi di contenuto clorofillaceo, derivati dalla forma palmellacea, spiegano una grande importanza per la conservazione dell'organismo. Serpeggianti sul substrato, confusi spesso ed immersi totalmente nel fondo fangoso della palude, insinuati fra le screpolature degli steli putrescenti, costituiscono un sistema di filamenti, quasi ipofleodici, destinato a preservare la pianta

Tav. III e IV dalla forte e continuata insolazione a cui trovasi esposta durante la state. In tal guisa le corte e grosse cellule a parete spessa e ricche di provvigione amilacea, che hanno origine da si fatto sistema, nella più parte dei casi resistono inalterate alle sfavorevoli influenze esterne e riprendono nell'autunno il loro normale sviluppo. Tali cellule, le quali poi durante la secchezza si isolano con tanta facilità, si possono benissimo considerare come dei vari organi *estivanti*. Protette dalle accidentalità del substrato, le altre parti della pianta possono anche sopportare la insolazione; ma ciò avviene in via eccezionale, stante che si fatte condizioni di distribuzione non sono che in maniera casuale soddisfatte dalle dette parti; sicchè queste, durante il periodo estivo, ordinariamente periscono. Ciò non ostante, se gli effetti della insolazione non abbiano lungamente agito sulla pianta, puossi anche artificialmente ravvivarne l'attività temporariamente sospesa. Così a me occorreva di provocare formazione di macrozoospore in fili da due settimane esposti al disseccamento ed ai raggi diretti del sole. Le cellule presentavano tutti i caratteri suaccennati, ma rimesse in nuove condizioni di umidità ed al riparo della insolazione, il contenuto riprendeva a poco a poco la originaria costituzione e senza gran fatto ingrandirsi davano origine a macrozoospore.

Dirò in ultimo qualcosa intorno alle affinità ed alla sistematica posizione di questo nuovo genere.

Volendo seguire tra' più recenti algologici il Kirchner (4) ed il Falkenberg (5) saremmo costretti a collocare il genere *Ctenocladus* colle *Cladophora* in uno stesso gruppo e più propriamente accanto ai *Chlorotylium*, alle *Pilinia*, ecc. Dianzi accennavo quanto imperfetto fosse un così fatto sistema, il quale riposa sopra criterî di nessuna entità morfologica. Una ricostituzione veramente razionale di questo naturalissimo ordine delle Confervoidee Isogame, cui tutti cotesti indicati organismi si riferiscono, esigerebbe la separazione delle *Cladophora* da una parte, le quali collegate ai *Microdictyon* Dcne., alle *Chaetomorpha* Ktz., alle *Anadyomene* Lmx., ai *Siphonocladus* Schmitz. e alle *Valonia*

(4) *Kryptogamen-Flora von Schlesien: - Algen*, bearb. von D.r O. Kirchner. Breslau, 1878.

(5) *Die Algen im weitesten Sinne*, nel Schenk's *Lehrb.*, II, p. 259-261.

Ginanni, secondo il giudizio dello Schmitz (6) rappresenterebbero la piccola famiglia delle Sifonocladiacee, mentre dall' altro lato la presenza od assenza di un nucleo amilaceo, le fisiche proprietà della parete cellulare, la distribuzione del contenuto clorofillaceo ed il modo di moltiplicazione, ci fornirebbero altri e più saldi criterî per la distribuzione dei restanti generi a cellule unicleate nelle due distinte famiglie delle Chroolepidacee e delle Ulotrichiacee. Essendo carattere distintivo di quest'ultimo gruppo la presenza di un nucleo amilaceo nell'interno dei singoli elementi, la distribuzione parietale della clorofilla, la tendenza alla gelificazione delle membrane cellulari e la riproduzione per macrozoospore e microzoospore, talora queste ultime differenziate in zoogonidî, il nostro *Ctenocladus* vi si lega per talune sue morfologiche proprietà. Ma non potremmo a rigor di logica ritenerlo come parte integrante di tal famiglia, imperocchè vi si oppongono le fisiche proprietà delle pareti delle cellule, il modo d'incremento dei fili e la differenziazione di elementi speciali in zoosporangi e zoogonangi: la condensazione della materia verde in masse definite sulle pareti osservasi soltanto temporariamente nel *Ctenocladus*. Per tali differenze cotesto genere si accosterebbe invece molto più alle Croolepidacee, in modo che a me pare, possa benissimo considerarsi come il tipo il più elevato di questa famiglia.

Tav. III e IV

---

(6) F. Schmitz, *Ueber die vielkernigen Zellen der Siphonocladiaceen*, Halle, 1879.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III E IV.

Fig. *1.* — Porzione di un cespuglietto a sviluppo vegetativo $\left(\frac{195}{1}\right)$.

» *2.* — Estremità di un filamento in istato di moltiplicazione per macrozoospore; *k*, macrozoosporangio vuoto; *m*, macrozoospore mature; *n*, uscita delle macrozoospore $\left(\frac{370}{1}\right)$.

» *3-4.* — Genesi ed emissione delle macrozoospore $\left(\frac{660}{1}\right)$.

» *5.* — Macrozoospore isolate (id).

» *6.* — Diversi casi di germinazione delle macrozoospore (id.).

» *7.* — Dissoluzione dei fili in elementi palmelloidei (id.).

» *8-9.* — Sviluppo ulteriore delle cellule precedenti (id.).

» *10.* — Germinazione delle cellule palmelloidee (id.).

» *11-12.* — Filamenti ipofleodici derivati dalle precedenti germinazioni: *i*, cellule estivanti isolate od in serie $\left(\frac{370}{1}\right)$.

» *13.* — Ritorno delle cellule estivanti allo stato di *Palmella* $\left(\frac{660}{1}\right)$.

» *14.* — Formazione delle microzoospore (id.).

» *15.* — Microzoospore isolate (id.).

» *16.* — Zoogonangio in via di formazione (id).

» *17.* — Zoogonangio maturo (id).

» *18.* — Zoogonangio in istato ibernante (id.).

» *19-20.* — Sviluppo ed emissione dei zoogonidî (id).

» *21.* — Copulazione dei zoogonidî (id.).

CLADOPHORA, Ktz.

Tav. V.

Delle numerose forme di così disparato valore sistematico onde si compone l'antico genere *Conferva*, parecchie rimangono tuttora mal definite e di dubbia autonomia. Fra queste vanno principalmente ricordate quelle poche che il Kützing (1) riuniva sotto la generica denominazione di *Rhizoclonium*, come altresì un piccolo avanzo di specie, le quali sono fino ad oggi sfuggite ad ogni tentativo di sistematica coordinazione e che costituiscono l'odierno genere *Conferva* Link. Ricorrendo ai lumi che la storia biologica potrà apprestarci sarà facile il dimostrare come esse forme rappresentino degli stadî di sviluppo di altri noti organismi, ed anche possibile il precisare a quali specie si riferiscono, segnatamente per quello che spetta il genere *Rhizoclonium*. Quanto alle vere *Conferva*, la dimostrazione, comunque possibile in tesi generale, non è tanto agevole ridotta a termini così ristretti, poichè quel generico appellativo allude a forme d'ignota moltiplicazione, costituite tutte da filamenti semplici e liberi, a cellule con contenuto clorofillaceo e pareti solide non deliquescenti. Questi caratteri, troppo manchevoli e generali, ci lasciano non solo qualche sospetto, confermato poi in parte dalla esperienza, sull'autonomia di tali organismi, ma rendono possibile la supposizione che a sviluppo compiuto essi rappresentino delle forme le più disparate. Sicchè del sistematico valore delle specie che oggi compongono il genere *Conferva* potrebbe quasi dirsi ciò che è oggi dimostrato circa all'entità di quelle forme già conosciute coi nomi di *Protococcus, Palmella*, ecc. Comunque sia, nella generalità dei casi

(1) *Phycol. gener.*, p. 261.

Tav. V. a me noti, così il genere *Conferva*, come costantemente il genere *Rhizoclonium* sono legati da intimi rapporti alle specie del genere *Cladophora;* e ciò è possibile il dimostrare seguendo, come io ho fatto, a grado a grado mediante una serie di ricerche, il progressivo passaggio dall'uno all'altro tipo.

Tutti sanno con quanta potenza di adattabilità le specie del genere *Cladophora* seguano e si accommodino alle variabili condizioni dell'ambiente. Nonostante, la smania di coniare forme nuove ha sovente sviato l'attenzione dell'algologo da quei moderati criterî comprensivi che sono una naturale conseguenza di tal fatto. E' sarebbe per questo necessario uno studio diligente della misura e del modo come procedono ed attuansi tali modificazioni in uno stesso tipo. Sì fatto esame in particolar guisa gioverebbe poi a farci rilevare tutta la importanza di talune profonde variazioni per le quali sono derivate delle forme così sostanzialmente diverse dal tipo normale da assumere tutti i caratteri di autonomi gruppi generici, i quali, così fino ad oggi considerati, hanno ricevuto i nomi di *Conferva* e di *Rhizoclonium*. Nello stesso modo riusciremo a porre in rilievo non meno evidenti attinenze del genere *Cladophora* con alcune specie di *Gongrosira*.

Le ricerche, delle quali esporrò adesso i risultati, riguardano precisamente sì fatta quistione. Trattando della struttura delle cellule di *Rhizoclonium* e delle progressive modificazioni effettuatesi nel passaggio al tipo di sviluppo definitivo, avremo occasione di rivolgere qualche considerazione sul significato degli articoli multinucleati caratteristici del genere *Cladophora*, restando così pienamente giustificata tutta la importanza morfologica di questo genere che i lavori del Mohl e dello Schmitz rendevano meritevolmente classico nella storia della morfologia della cellula.

Rhizoclonium

Studiando lo sviluppo delle forme del genere *Rhizoclonium* dovrà anzitutto esser rivolta la nostra attenzione alla struttura degli articoli onde si compongono i lunghissimi ed esili filamenti caratteristici di questo genere, seguendo progressivamente le successive modificazioni che il contenuto dei singoli elementi subisce durante il passaggio allo

stadio di *Cladophora*. Per mezzo di cotesto metodo di ricerca non riescirà difficile il renderci piena contezza di quelle graduali ed intime trasformazioni, le quali si sono a poco a poco attuate per il finale conseguimento di quei caratteri che distinguono la forma definitiva. In tal modo ci troveremo agevolmente avviati alla chiara intelligenza del significato di quei particolari morfologici fenomeni, relativamente complessi, onde sono sede gli articoli del genere *Cladophora*. La quale quistione non è soltanto di capitale importanza per la sistematica ubicazione delle Sifonocladiacee, ma interessa altresì sommamente la morfologia della cellula in generale.

Tav. V.

Separate dal Kützing dallo interminabile caos di forme componenti il vecchio genere *Conferva*, le specie del preteso genere *Rhizoclonium* si distinguono pei loro filamenti lunghissimi, provvisti qua e là di corti ramuli laterali, assottigliati all'estremità e aventi la forma di brevissime appendici a mo' di rizine. Quanto alla moltiplicazione nulla di positivo ci è dato finora di attingere tanto alle indicazioni del Kützing stesso, come a quelle del Rabenhorst (2): veri organi di riproduzione non sono stati fino ad oggi osservati presso tali organismi.

Nelle mie ricerche su questo genere ebbi la occasione di procurarmi parecchie delle specie che vi si riferiscono; ma qui soltanto farò cenno di due sole forme le quali sono state preferibilmente oggetto delle mie indagini, vale a dire il *R. hieroglyphicum* Ktz., ed il *R. pannosum* Ktz., ambedue frequentissime nei dintorni di Messina. Gli esemplari destinati alle ricerche venivano collocati dentro piccoli acquarî e conservati freschi lungo tempo nel laboratorio. Per la piena riuscita delle colture mi fu spesso necessario di servirmi di piccole vaschette di cristallo, dove l'acqua veniva di continuo alimentata e rinnovata da un ampio e ben arieggiato serbatojo posto a una certa distanza e collocato un po' in alto. A controllo dei risultati delle colture, solevo contemporaneamente esaminare a varie riprese, durante tutto l'anno, dei saggi provenienti costantemente da una stessa località.

Il *Rh. hieroglyphicum* è stato argomento delle mie prime ricerche.

---

(2) *Flora europaea Algarum aquae dulcis et submarinae*, Lipsiae 1864-68, III, p. 329.

Tav V. Quest' alga cresceva copiosa in vasche destinate alla irrigazione di agrumeti, formandovi alla superficie dell'acqua delle intrigatissime masse filamentose di un bel verde. I fili presentavano qua e là dei corti rametti laterali, talora semplici, a volte suddivisi all'apice in un rudimento di nuovi ramuli di secondo ordine. In tutti i casi le ramificazioni finivano in punta ed erano, specie in siffatta regione, scarsissime in contenuto clorofillaceo. Esaminando isolatamente dei fili essi apparivano qua è là piegati ed angolosi, corrispondendo coteste deviazioni ai punti d'inserzione dei ramuli.

Uno studio diligente del contenuto cellulare è anzitutto necessario per comprendere tutta la importanza di quelle graduali modificazioni che si sono in seguito attuate e definitivamente stabiliti a compiuto sviluppo vegetativo. A tal'uopo io solevo scolorare le cellule mediante soggiorno prolungato in alcool a circa 70°. Con maggior vantaggio son talora riuscito ad evitare la benchè menoma perturbazione della massa protoplasmatica impiegando dell'alcool ancor più diluito, sostituendovi poi di quello di maggior forza. Ho altresì adoperato collo stesso effetto una soluzione concentrata di acido picrico; i saggi venivano quindi immersi e lavati in alcool debolissimo. Con tali mezzi il protoplasma delle cellule, indurito, conservava intatta la sua normale disposizione, rendendosi nel tempo stesso penetrabile alle diverse soluzioni coloranti, il cui impiego era poi necessario per uno studio più particolare del contenuto.

Fig. 1 Allontanata la sostanza verde da una cellula di *Rhizoclonium*, scorgiamo la cavità occupata da una ganga protoplasmatica divisa in ramuli o pseudopodi di varia estensione ed ampiezza, sovente ristrettiti in fili, rivolti verso tutte le direzioni ed affluenti qua e là insieme per costituire una rete a maglie diversamente ampie ed irregolari. Questa par che si adagi sulla parete ed emetta parecchi pseudopodi a mo' di esili filamenti, i quali, dopo avere attraversata tutta la cavità cellulare, si riuniscono alla opposta parete. Fra mezzo a cotesta rete protoplasmatica parietale vedonsi dei nuclei amilacei, mediocremente grossi, globoidi, compressi, in numero di 6 a 10, disposti con qualche regolarità in due serie longitudinali alterne. Gonfiati per azione della potassa, la loro forma risulta più distinta. Essi sono delle piccole masse protoplasmatiche sferiche rivestite da una tunica solida amilacea. Nelle

cellule vive tali nuclei trovansi coinvolti dalla sostanza verde e si può allora agevolmente seguire le loro graduali fasi di moltiplicazione. Ciò ha luogo per trasversale bipartizione: la tunica amilacea di ciascun corpuscolo si scinde torno torno nel mezzo e le due masse, appena separate, si riorganizzano in due nuovi nuclei amilacei. Mediante l'impiego di alcool riesce talora possibile di fissare i graduali stadî di cotesto processo. Sotto tale forma soltanto si rinviene l'amido negli elementi vegetativi del *Rhizoclonium* considerati in pieno sviluppo. Scorgonsi bensì altre minutissime granulazioni, ma dovute a sostanza mucilaginosa od oleosa. Tuttavia passando le cellule in uno stadio di riposo, anche temporaneo e brevissimo, la cavità cellulare si riempie di corpuscoli amilacei, spesso in tal copia da occupare tutta la parete. Tav. V

Nelle cellule ordinarie non troppo lunghe, anzi normalmente presso a poco egualmente lunghe che larghe, immediatamente al di sotto della rete pratoplasmatica, scorgesi un solo vero nucleo, cinto da una tunica tenuissima di plasma, il quale non di rado si collega alla rete periferica mediante qualche sottile pseudopodio. Ma non tutti gli articoli di uno stesso filo presentano le medesime dimensioni in lunghezza: parecchi possiedono una lunghezza doppia dei precedenti, ed in questo caso nel loro interno si osservano due nuclei. Eccezionalmente havvi degli articoli ancora più lungi e quivi esistono quattro nuclei situati in serie longitudinale ad eguali distanze. Qualunque sia del resto il caso, il nucleo ha forma sferica od ovale e misura un diametro di 1,5-2,5 micr.; la sua sostanza è omogenea e di notevole refringenza. Fig. 1.

Senza l'ajuto di speciali reagenti la ricerca dei nuclei rimane assai difficile. Nelle cellule in condizioni normali di vegetazione e provviste di clorofilla, il nucleo è perfettamente invisibile; in quelle decolorate i nuclei si scorgono sotto forma di piccole masse solide sferoidi od ovali di refringenza diversa da quella del protoplasma fondamentale. In tal caso è facile scambiarli coi nuclei amilacei. — Tenendo immerse per poche ore (ordinariamente una mezza giornata) delle cellule sì fatte dentro una soluzione di carminio all'allume, i nuclei assumono una tinta rosea più intensa delle altre parti del contenuto. — Moderando la colorazione dell'intiera cellula mediante l'aggiunta di qualche gocciola di una soluzione alcoolica di acido

Tav. V. ossalico, riesce sovente possibile di limitare l'azione del colore ai soli nuclei.

Le identiche condizioni di struttura si riscontrano anche presso un'altra specie d'acqua salsa, probabilmente il *Rh. pannosum.* Gli articoli binucleati mi sono invece qui parsi un po' più frequenti di quelli ad un solo nucleo; non tanto rari altresì quelli a quattro nuclei.

Lo sviluppo e la struttura dei ramuli laterali non differisce eziandio in ambo queste forme. Negli esemplari da me studiati, frequenti scorgevansi sì fatte appendici, ma possono le condizioni ambienti limitarne lo sviluppo in una stessa forma, ed anche completamente arrestarlo. Ma di ciò si dirà meglio poi. Esse sono generate nella stessa guisa come le normali ramificazioni di una *Cladophora*, vale a dire, per laterale germinazione di una cellula qualunque della serie. Nel *R. hieroglyphicum* lo sviluppo dei ramuli è assai agevole a seguirsi sin dalle prime differenziazioni. I saggi conservati in alcool e con questo mezzo decolorati mi fornivano eccellente materiale per siffatte ricerche.

La genesi di un ramulo non è in alcuna guisa in rapporto alla divisione del nucleo della cellula cui detto ramo appartiene: l'uno e l'altro processo si compie in tempi diversi e normalmente la laterale germinazione dell'articolo precede la divisione longitudinale del corrispondente nucleo. Ma può anche questa venir meno e l'appendice generato resterà breve e privo di nucleo. Lo stesso dicasi per il caso in cui l'articolo generatore di un ramulo sia 2- o 4 nucleato. Il diametro del ramo in formazione eguaglia quello del filamento principale da cui esso dipende, in modo che se il relativo articolo generatore è uninucleato, quindi corto, tutta la parete longitudinale interamente si solleverà conformandosi a poco a poco in conica emergenza per costituire la nuova appendice. Se invece tale articolo è il doppio od il quadruplo più lungo che largo, il che avviene quando vi si contengono 2 o 4 nuclei, il sollevamento sarà parziale ed il ramulo prenderà tutti i caratteri di una laterale germinazione della regione superiore o inferiore della cellula. In ogni caso l'articolo e la sua appendice laterale formeranno una cavità unica, continua, come si osserva nei primordi della formazione dei ramuli delle *Cladophora.*

Abbozzata così in forma di laterale emergenza la formazione di un

ramulo, lo sviluppo di questo procede oltre per continuato incremento apicale. La durata di tale accrescimento è limitatissima, ma può esserlo di molto se l' accennata formazione non è seguita tosto dalla divisione longitudinale del nucleo dell' articolo corrispondente. Il ramulo non riceve quindi alcun nucleo; il che influisce sul suo sviluppo ulteriore. Questo infatti cessa prestissimo, quasi che la mancanza del nucleo determinasse una sorta di esaurimento delle attitudini del protoplasma. In tali condizioni il nuovo ramulo prende la forma di una breve appendice laterale rizoidea assottigliata all'apice, poverissima di contenuto clorofillaceo, il quale sembra sciolto in abbondante linfa e contiene scarsi nuclei amilacei. Più tardi esso ramo vuotasi interamente del proprio contenuto. Nel caso però che la formazione delle laterali appendici è seguita dalla divisione del nucleo della relativa cellula, l' allungamento non cessa tanto presto: il nucleo del ramulo comportasi allora come quello degli articoli del filamento primario e ne deriva una serie di 2, 3, pochi articoli uni- o binucleati. L' incremento non va oltre, e il ramulo, comunque più valido che nel caso precedente, resta sempre in condizioni rudimentali; il contenuto delle cellule apicali è scarsissimo di clorofilla e tutta la serie par che finisca a mo' di pelo jalino.

A sviluppo compiuto i ramuli divergono quasi ad angolo retto dal filo primario, e da questo eccezionalmente si separano mediante una tramezza di cellulosa, mentre quasi sempre la loro base è in perfetta continuità colla cavità dell' articolo corrispondente, tanto che si tratti di ramuli uniarticolati, quanto di ramuli a 2 o 3 articoli.

In tal guisa hanno origine le ordinarie ramificazioni caratteristiche dei *Rhizoclonium*. Esse non sono quindi che delle appendici semplicissime, dei veri ramuli di prim'ordine rimasti allo stato rudimentale. In via eccezionale si osservano delle ramificazioni più complesse, le quali sono costituite da un ramulo 2-4 articolato, cui si inserisce una corta e nuova appendice di second' ordine. Le cellule estreme di ambo queste produzioni sono assottigliate all'apice e poverissime o interamente prive di contenuto clorofillaceo.

Nei primi saggi esaminati, la formazione di laterali appendici assumeva uno sviluppo mediocre e queste scorgevansi situate a varie distanze, alternandosi lungo i fianchi del filo. Talora fra due ramuli

Tav. V. consecutivi vi si frapponeva un lunghissimo intervallo. In una forma che raccoglievo al Salice (villaggio presso Messina) nell'autunno del 1880, cotesta condizione trovavasi estremamente esagerata e la formazione dei ramuli appariva perfettamente soppressa. Tale forma cresceva copiosa sulle ruote di un mulino ad acqua, donde i fili pendevano a mo' di lunghi ed eleganti festoni. Così mancanti come erano di rami, davano all'alga tutti i caratteri di una vera *Conferva;* e con tutta probabilità potevasi ritenerla identica alla *Conferva amœna* Ktz. Detti fili, molli, delicati, diritti raggiungevano una notevole lunghezza estendendosi talora anche fino a 40 cm. Comunque normalmente semplici, alcuni palesavano una debole tendenza a dare origine a laterali appendici, le quali, situate a grandissime distanze, rimanevano appena indicate da cortissimo sollevamento conico laterale di qualche articolo. Come nella forma precedente, vi si scorgevano cellule corte ad un sol nucleo alternantisi con articoli il doppio più lunghi e provvisti di due nuclei. Del resto tanto la clorofilla, come il protoplasma presentavano le identiche condizioni di struttura e di disposizione. Poteva tuttavia sorgere il sospetto che ambo le forme fossero due cose ben differenti l'una dall'altra. Debbo a questo proposito notare come la forma a fili semplici fosse stata esclusivamente raccolta sulle ruote dei mulini; staccata dal ripercuotere della corrente, essa rinvenivasi altresì sulle pietre e sul terreno circostante. Quivi nei fili appariva più manifesta la tendenza a svolgersi in ramuli corti, rudimentali, e in pozze e serbatoi alimentati dall'acqua proveniente dal mulino la pianta assumeva tutti i caratteri del *Rh. hieroglyphicum.*

Così come vedesi, per influenza del mezzo ambiente la tendenza alla formazione di laterali ramificazioni può presso una stessa forma di *Rhizoclonium* manifestarsi assai debolmente od anche del tutto mancare, riducendosi così l'organismo allo stato di *Conferva.* Per tal ragione parmi probabile che una parte delle forme riferite, anche recentemente, a quest'ultimo genere sieno delle riduzioni allo stato semplice di *Rhizoclonium.* Ciò credo almeno fuor di dubbio per la *Conferva bombycina* Ag. e la *C. utriculosa* Kutz. La struttura di tali piante non è differente da quella di un *Rhizoclonium:* gli articoli sono sovente binucleati e qualche volta essi tendono a svolgersi in

Tav V

ramuli, specie nelle colture, mentre sovente i fili persistono semplicissimi nelle condizioni ambienti normali.

L'incremento dei filamenti di tutte le forme finora indicate è generale ed effettuasi per reiterate partizioni trasversali del contenuto degli articoli. Tipicamente ogni articolo possiede un nucleo: esso rappresenta una cellula completa nelle sue condizioni normali. Tale cellula è di forma cilindrica a diametro longitudinale presso a poco uguagliante quello trasversale. Si fatto elemento prima di dividersi si estende un po' nel senso longitudinale, mentre il nucleo scindesi trasversalmente in due parti, le quali a poco a poco s'individualizzano in due nuclei distinti. Intanto, continuando l'incremento in volume del contenuto, le due porzioni nucleari si allontanano sempre più tra di loro per occupare definitivamente il centro dei due nuovi elementi. Allora effettuasi la completa separazione del contenuto in due distinte ed uguali cavità mediante un setto trasversale di cellulosa. La prima apparizione di questo è indicata da un tenuissimo cercine di sostanza scolorata e refringente, il quale dalla periferia del corpo protoplasmatico s'avanza, sempre più inspessendosi, verso l'interno fino a dimezzarlo interamente. La struttura del tutto particolare del contenuto rende impossibile una diligente rassegna di tutti quegli intimi fenomeni, i quali han sede nel nucleo e nell'ambiente protoplasma e precorrono ed accompagnano il suaccennato processo di divisione. In ogni modo riesce sempre facile il rilevare come il su detto processo di moltiplicazione cellulare si componga di due distinte ed indipendenti operazioni: l'una è la divisione del preesistente nucleo seguita contemporaneamente da proporzionato incremento in volume dell'ambiente massa protoplasmatica; l'altra è la formazione di un setto mediocre di cellulosa destinato à delimitare nettamente i confini dei due nuovi elementi. In tal guisa la moltiplicazione delle cellule di un *Rhizoclonium* non segue norme differenti da quelle che caratterizzano il processo di formazione per scissione delle cellule di tutte le altre piante. Può soltanto avvenire che le indicate operazioni non abbiano piena effettuazione ed il processo di divisione cellulare rimanga solo accennato dalla scissione del nucleo; la massa protoplasmatica si accresce allora il doppio di volume e riceve due nuclei distinti; la parete segue lo ingrandirsi del contenuto, ed a processo compiuto, traccia i limiti di

Tav. V

una cavità perfettamente continua e doppia in lunghezza della originaria. Una separazione del contenuto non avviene giammai; per mancata formazione di un setto di cellulosa le masse protoplasmatiche delle due cellule, la cui individualizzazione è indicata dalla divisione del nucleo e dal seguito proporzionato aumento in volume dell' ambiente plasma, sono rimaste confuse in una sola. Sicchè morfologicamente considerato ogni articolo binucleato di *Rhizoclonium* sarebbe il risultato della fusione di due cellule consecutive incomplete.

Fig. 2.

Gli articoli quatrinucleati hanno la stessa origine di quelli a due nuclei. La mancanza quindi di formazione di una tramezza di cellulosa è un fatto il quale si può ripetere anche nella scissione di articoli binucleati. Anzi, considerando quanto sieno frequenti tanto gli articoli a due come quelli a quattro nuclei in uno stesso filamento, possiamo ritenere che sia carattere delle cellule di *Rhizoclonium* la tendenza di restare indivise da trasversali tramezze di cellulosa, in modo che, non influendo in nulla cotesta circostanza sulle attitudini del nucleo, il processo di moltiplicazione cellulare riducesi allora alla semplice e preliminare operazione della divisione del nucleo medesimo. Si fatta tendenza manifestasi però con una certa periodicità limitata, onde mentre non poche cellule seguitano a moltiplicarsi nella maniera normale, altre si cambiano in articoli 2- o 4 nucleati soltanto. Cotesta tendenza è altresì manifesta, comunque debolmente pronunziata, in alcune *Conferva*: così nel *C. bombycina* per tal ragione relativamente non scarsi sono gli articoli binucleati, più rari nella *C. vesiculosa*.

Lungamente coltivati in acquari, i fili di *Rhizoclonium* rimangono immutati: lo sviluppo è facile a seguirsi allo aperto sul loro naturale substrato. Soltanto una sola volta mi accadde di rinvenire nelle mie colture dei fili in via di ulteriori e profonde trasformazioni. Essi eransi a poco a poco svolti in normali filamenti di *Cladophora*. Esporrò i particolari di questo processo.

Nei casi da me osservati il passaggio alla forma *Cladophora* è seguito dopo trascorso un certo periodo d' ibernazione, indicato da cessazione di ulteriore incremento vegetativo e da copioso accumulamento di sostanza amilacea nell'interno degli articoli. Nella fig. 8 della Tav. 1 che accompagna il noto lavoro dello Schmitz sulle cellule

multinucleate delle Sifonocladiacee (3) è rappresentato un articolo di *Cladophora* allo stato ibernante, i cui caratteri rispondono precisamente a quelli delle ricordate cellule di *Rhizoclonium* pervenute in eguali condizioni, salvocchè il numero dei nuclei è d'ordinario minore; del resto quivi sono pure allineati in serie semplice lungo l'asse longitudinale dell'articolo. I corpuscoli amilacei sono frequentissimi, discoidi od angolosi per mutue pressioni subite e di dimensioni le più differenti; investiti dalla sostanza verde, costituiscono uno strato continuo che riveste da ogni dove la parete. Fra mezzo ad essi si scorgono pure delle gocciole d'olio, alcune anche piuttosto grandi.

Tav. V.

Primo indizio della trasformazione dei fili in filamenti di *Cladophora* è la dissoluzione quasi completa del materiale nutrilizio accumulato negli articoli, cui segue un aumento graduale in lunghezza di questi. Divengono allora frequenti gli articoli il quadruplo o l'ottuplo più lunghi che larghi e ne derivano delle serie diritte, lunghissime e delicate. Tosto aumenta pure il diametro trasversale degli articoli, al quale segue anche un proporzionato incremento in lunghezza dei medesimi. Cotesto sviluppo procede oltre indefinitamente. Intanto qua e là lungo i fili, alla sommità degli articoli, accennasi, colla formazione di coniche emergenze, alla costituzione di laterali ramificazioni, le quali a poco a poco raggiungono pieno sviluppo. E tanto per il modo come derivano e si completano tali rami, quanto per la intima struttura degli articoli, la pianta già presenta tutti i caratteri di una *Cladophora*.

È importante di seguire durante tali fasi le graduali modificazioni avvenute nello interno delle singole cellule di *Rhizoclonium* dallo stadio loro primitivo fino a quello di *Cladopora*. Uno esame diligentissimo del comportarsi del nucleo nel corso di cotesto processo non è senza interesse per la chiara intelligenza del significato morfologico delle cellule multinucleate delle *Cladophora*. I fili di *Rhizoclonium*, dei quali abbiamo fin qui seguito le graduali trasformazioni, erano originariamente costituiti da cellule normali ad un sol nucleo. Per mancata formazione di un setto trasversale vedemmo tali elementi, appena avvenuta la divisione trasversale del relativo nucleo,

Fig 3.

(3) *Beobachtungen über die vielkernigen Zellen der Siphonocladiaceen*; Halle 1879.

Tav. V. acquistare una lunghezza doppia della primitiva, restando così le due nuove cellule non separate da una solida tramezza e le singole masse protoplasmatiche confuse in una sola. È in tal modo derivato un articolo a cavità binucleata. Osservammo pure come talora in corso di vegetazione possa presso tali filamenti ripristinarsi la normale forma di divisione e moltiplicazione cellulare, seguendo immediatamente alla scissione del nucleo la formazione di una tramezza di cellulosa. Ma sì fatta tendenza manifestasi più tardi assai debolmente, sicchè ne derivano delle serie continue di articoli ora binucleati ora quatrinucleati, e raramente compiesi il ritorno alle condizioni di struttura primitiva. Finchè la pianta persiste allo stato di *Rhizoclonium* noi vediamo quindi in essa appena indicata la tendenza di accrescersi mediante un processo di moltiplicazione cellulare del tutto incompleto; ma più tardi cotesta proprietà diviene più marcata e a grado a grado l'organismo assume i caratteri di *Cladophora*. Così derivano articoli estremamente lunghi a 8, 16, 32 nuclei; e poichè la scissione di questi non è sempre simultanea, cotesto numero è soggetto a variare. Finchè intervengono tali divisioni trasversali, i nuclei rimangono allineati in unica serie lungo l'asse mediano dell'articolo; questo soltanto si estende in lunghezza. Il succedersi di scissioni longitudinali aumenta ben tosto proporzionatamente la grossezza dei fili. Allora i nuclei assumono una disposizione biseriale. Alternandosi poi successivamente coteste due forme di divisione, il numero dei nuclei sensibilmente si accresce, mentre pure aumenta il volume dei relativi articoli. In tal guisa compiesi il passaggio alla struttura caratteristica del genere *Cladophora*.

Il signor Schimtz (4) studiando la struttura delle cellule dei generi *Conferva* e *Rhizoclonium*, poneva in rilievo così fatti intimi rapporti morfologici onde gli elementi di tali forme si legano alle *Cladophora* ed alle Sifonocladiacee in generale. Secondo l'egregio Autore dalle più piccole forme di *Conferva* a cellule uninucleate, alle più cospicue con articoli binucleati, sino alle *Cladophora* a filamenti scarsamente ramificati, si passa gradatamente per intermediario dei

(4) *Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten*: nei *Sitzungsberichten der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn*, 4 agosto 1879, p. 7 e 8.

Rhizoclonium. Sicchè con ragione quel botanico proponevasi di indagare tutta la entità sistematica di quei generi. Le esposte mie ricerche colmano tale lacuna, conducendoci per altra via alla chiara intelligenza di coteste intime armonie morfologiche, mentre definiscono una quistione di non lieve interesse tassinomico. Ma ciò non basta: se noi riflettiamo per quali intime modificazioni del contenuto cellulare di una *Conferva* o di un *Rhizoclonium* si sono gradatamente e successivamente attuati e fissati quei caratteri anatomici particolari alle *Cladophora*, le nostre ricerche potranno porgerci qualche po' di luce intorno al significato morfologico degli articoli multinucleati delle Sifonocladiacee. Ed il signor Schmitz rivolgeva su tale argomento parecchie serie considerazioni (5), venendo alla conclusione che ogni articolo rappresentasse una vera e perfetta cellula eccezionalmente includente molti nuclei. La esistenza di elementi istologici cosi fatti veniva di poi accertata presso altre piante o parti di queste, rendendosi su tale quistione chiari i nomi dello stesso Schmitz (6), del Maupas (7), del Treub (8), dell'Elfving (9), dello Strasburger (10), dello Johow (11), del Guignard (12) e dell' Hegelmaier (13), senza dire di parecchi altri, i quali estendevano eguali ricerche alle cellule animali. Così veniva scosso dalle sue basi il vecchio dogma di morfologia cellulare, secondo il quale la presenza di un sol nucleo, contenuto dentro unica e continua massa protoplasmatica, bastasse ad individualizzare

---

(5) Mem. cit. p. 45.

(6) Mem. cit. a pag. prec.

(7) *Sur quelques protorganismes animaux et végétaux multinucléés*, nei *Compt. Rend.* t. LXXXIX, 1879 p. 250.

(8) *Note sur la pluralité des noyaux dans quelques cellules*, negli *Arch. néerl.* t. XV, 1879.

(9) *Studien über die Pollenkörner der Angiospermen*, nella *Jenaische Zeitschrift.* t. XIII, 1879.

(10) *Einige Bemerkungen über vielkernige Zellen etc.*, nella *Bot. Zeit*, 1880, p. 845, Tav. XII.

(11) *Untersuch. über die Zellkerne in der Secretbehält. und Parenchymzell.* etc. Bonn 1880.

(12) *Bulletin de la Société botanique de France*, 1880.

(13) *Ueber aus mehrkermigen Zellen aufgebaute Dicotyledonen-Keimträger*, nella *Bot. Zeit* 1880, p. 497.

Tav. V. un elemento istologico perfetto. La esistenza di cellule multinucleate è oramai ritenuta come cosa di fatto. Sicchè ammessa la possibilità che vi sieno elementi istologici provvisti di più nuclei, avremmo come condizione capitale determinante la individualità di una cellula, la continuità della massa protoplasmatica, e meglio ancora la presenza di un esterno inviluppo di cellulosa destinato a tracciare i limiti di questa. Si fatto concetto ci forzerebbe a dare in tal quistione una massima importanza alla membrana cellulare, in quantochè nel nostro caso è l'assenza di solidi setti di cellulosa che determina la continuità della sopra detta massa protoplasmatica; il che è di certo inesatto. La necessità d'indagare la morfologica natura di elementi così in apparenza eccezionalmente costituiti, è già stata recentemente avvertita da parecchi botanici. Fra questi principalmente il signor M. Treub descrivendo la struttura delle cellule laticifere di talune Angiosperme, presso le quali egli scopriva un grande numero di nuclei, ebbe ad opinare che tali elementi risultassero della fusione di cellule normali uninucleate e mancanti di membrana. Il generalizzare un po' più cotesto principio, lo estenderlo alla interpretazione del valore morfologico degli articoli multinucleati della Sifonocladiacee, non è guari difficile e senza ricorrere a delle ipotesi, la semplice considerazione dei fatti su descritti ci permette a ritenere i detti articoli egualmente costituiti da fusioni di elementi istologici nudi ed involti tutti dentro un comune inviluppo di cellulosa.

Questa conclusione troverebbe poi pieno appoggio in casi di anomala struttura da me osservati negli articoli di *Cladophora fracta* Ktz. Tratterebbesi della formazione di interni setti di cellulosa generati nella cavità di uno stesso articolo. Il caso è nuovo e parmi degno di menzione.

Fig 4. Da parecchi mesi conservavo in un piccolo acquario dei cespuglietti di *Cladophora fracta* Ktz. Durante lo inverno lo accrescimento dei fili cessava e gli articoli, considerevolmente ingranditi, arrontondati e involti da una membrana molto spessa, rinvenivansi allo stato di ibernazione. La continuità della serie appariva profondamente alterata, assumendo essi articoli sovente una disposizione a zig-zag. Il contenuto presentavasi ricchissimo di sostanza verde ed abbondantemente ripieno di granuli amilacei. In eguale stato di ibernazione rinveni-

vansi altresì giovani fili derivati dalla germinazione di zoospore. Studiando siffatto materiale, mi avvidi della presenza di alcuni articoli aventi la cavità scomposta in loggette. Nel caso più semplice notavasi una tramezza di cellulosa, la quale, partendosi dalla esterna parete, descrivendo un arco, separava dalla intiera cavità, un piccolo segmento della forma di una calotta sferica, come non di rado si osserva nei grossi articoli di una *Valonia*. Lo spessore di detta tramezza era alquanto inferiore a quello della membrana dello intiero articolo. Una volta sola mi occorse di osservare due segmenti siffatti ed egualmente costituiti in uno stesso articolo. In alcuni casi la base della calotta svolgevasi al di fuori sotto forma di corta emergenza, suscettiva più tardi di dare origine ad un corto ramulo, nello stesso modo come è stato descritto dallo Schmitz per la *Valonia utricularis* Ktz. (14). In un solo caso, da me figurato nella Tav. V, tale appendice presentava una conformazione molto singolare: essa appariva, cioè, costituita da una doppia serie di cellule, a pareti molto spesse, riunite in un tutto continuo, come presso a poco la sottile lacinia della fronda di un *Monostroma*. Ricorrendo ai soliti mezzi di decolorazione era facile accertarsi tanto nei primi casi, come in questo ultimo, della presenza di un solo nucleo all'interno di ciascuna loggia. Sicchè ogni nuova cavità, essendo limitata da pareti di cellulosa, avea assunto tutti i caratteri di una cellula perfetta.

Tav. V

Fig. 4, *a*

Fig. 5.

Questi fatti ci porgono ancor più chiaramente una riprova dello enunciato principio, nello stesso modo come teratologiche proprietà, manifestantisi in organi di piante superiori, sono spesso una eloquente dimostrazione di talune recondite morfologiche condizioni di essi organi. D'altra parte, la produzione degli indicati setti di cellulosa è la espressione di un ritorno alle tipiche condizioni originarie, le quali avrebbero dovuto essere le normali, se durante la esistenza dell'organismo non si fosse, passando per graduali tentativi, stabilita in maniera definitiva una marcata indipendenza fra il processo di divisione nucleare e la spartizione del relativo contenuto mediante una solida lamella.

Le descritte anomalie dei fili di *Cladophora*, specie la segmentazione del contenuto per produzione di tramezze arcuate, partentisi dalle pareti

(14) Veggasi a tal proposito la figura 2 della citata memoria del signor Schmitz (*vielkern. Zell. d. Siphonocl.* Halle 1879.)

TAV. V laterali, trova perfettissimo riscontro nei generi *Valonia* e *Siphonocladus*; ma quivi il fenomeno riveste tutti i caratteri di un fatto normale, a dedurlo dalla frequenza, colla quale si manifesta. Gli Algologi, usi a considerare il corpo di una *Valonia*, come costituito da una sola cellula, si sono di molto affaticati per rendersi conto della origine e del significato di coteste interne produzioni cellulosiche. Grazie alle ricerche su ricordate dello Schmitz, colle quali viene dimostrata la presenza di molti nuclei all'interno degli otricelli di *Valonia*, ed appoggiati alle ragioni di analogia, in questo caso evidentissime, calzanti, la quistione parmi completamente risoluta: le interne formazioni di cellulosa non sarebbero che vere pareti limitanti una cellula perfetta. Nelle *Valonia* e meglio ancora nel genere *Siphonocladus*, la segmentazione del contenuto avrebbe quindi il significato di una moltiplicazione compiutasi nella forma e nei modi ordinari per divisione del nucleo seguita da interposizione di una tramezza di cellulosa. La cavità restante, estranea a cotesto processo, conterrebbe degli elementi potenzialmente indicati dai soli nuclei, o meglio con altre parole, sarebbe costituita da cellule il cui processo di moltiplicazione si è arrestato allo iniziale fenomeno della divisione nucleare. In tal modo, morfologicamente considerate, le *Cladophora* (come altresì gli affini generi *Chaetomorpha*, *Microdictyon*, *Pithophora* ecc. ecc.) potrebbero considerarsi come vere colonie concatenate a regolare sviluppo di *Valonia*.

Tutto ciò poi prova ancor meglio che il gruppo delle Sifonocladiacee, tal quale è stato stabilito dallo Schmitz, vien delineato da caratteri essenzialmente razionali e mal si addirebbe qualsiasi altra sistematica combinazione, la quale si allontanasse dai criterii scelti da quel Botanico. (15)

GONGROSIRA

Delle specie riferite a questo genere alcune vanno considerate come stadii di sviluppo di *Vaucheria* come deducesi da un bellissimo

(15) Non è qui il luogo di esaminare se la morfologica interpretazione da me data degli articoli multinucleati delle Sifonocladiacee possa essere ammessa come principio generale in tutti gli analoghi casi in cui una continua ed unica massa protoplasmatica presenti nel suo interno più nuclei. Per le cellule laticifere delle

lavoro del signor E. Stahl (16), le cui conclusioni io ebbi la opportunità di confermare pienamente lo inverno decorso qui in Messina. Ma di questo nulla dirò; mi piace soltanto di rivolgere alcune considerazioni sopra altri rapporti da me posti in rilievo, tra *Cladophora* e talune forme di *Gongrosira*.

Tav. V

Sulle pareti di un vasto serbatoio destinato alla irrigazione di agrumeti, raccoglievo dei cespuglietti di *Cladophora glomerata* in condizioni normali di vegetazione. Quivi la pianta cresceva in copia grandissima e spesso bisognando di rinnovare il mio materiale da studio ricorrevo a tal fonte per rifornirmene. L'anno scorso la pianta scompariva dalla stessa località e le pareti apparivano ricoperte da uno spesso strato di sostanza verdognolo-nerastra, molle al tatto e quasi grumosa. Esaminando al microscopio siffatta produzione, fra mezzo a differentissime Alghe, la più parte Croococcacee e Desmidiacee, riscontravansi dei folti cespuglietti di filamenti verdi irregolarmente affastellati sul substrato. Le cellule, molto grosse, quasi sferoidi, cinte da una membrana assai spessa e concentricamente stratificata, davano alla pianta i caratteri di una *Gongrosira*, probabilmente della *G. pygmaea*

---

piante superiori tale principio può avere piena applicazione, specie dopo le recentissime ricerche del signor E. Schmidt (*Bot. Zeit.* 1882, N. 27-28). Quanto agli altri casi, tanto le ragioni di analogia, come semplici considerazioni di morfologia comparata ci porgono lumi bastevoli per ritenere che non vi sieno delle eccezioni, e che lo stesso significato abbiano altri differenti istologici elementi, provvisti di molti nuclei. Uno dei più belli esempi di tal genere ci offre il sospensorio dello embrione di talune Leguminose, il quale, secondo le ricerche di Hegelmaier (*Bot. Zeit.* 1880 N. 29-30) e di Guignard (*Bull. de la Soc. Bot. de France.* 1880), sarebbe una vera cellula plurinucleata. Ma se gettiamo uno sguardo alle belle figure ed alle descrizioni contenute in un recente esteso lavoro generale dello stesso signor Guignard sulla Embriogenia delle Leguminose (*Ann. des Scienc. natur.* 7e sér., tom. XII, p. 1-166, tav. I-VIII) e stabiliamo dei confronti fra le diverse condizioni morfologiche del sospensorio delle differenti Leguminose, riscontriamo chiarissima la dimostrazione, che l'elemento multinucleato del sospensorio dello embrione di una *Vicia* è omologamente costituito come il sospensorio multicellulare di un *Cicer* o di una *Ononis*, e che soltanto la multinuclearità del primo è dovuta alla mancata formazione di lamelle di cellulosa, che avrebbe dovuto seguire alla divisione dei nuclei, come è avvenuto nei sospensorii di questi ultimi generi. La stessa dimostrazione è pure possibile quanto alle fibre floemiche a molti nuclei delle piante superiori.

(16) *Ueber die Ruhezustände der Vaucheria geminata*, nella *Bot. Zeit.* 1879, N. 9.

Tav. V. Ktz. (17). Oltre ai detti cespuglietti, dispersi sul substrato notavasi un buon numero di filamenti, spesso semplici, corti e costituiti da pochi elementi, oppure ridotti ad una sola cellula.

Tale forma, come ho potuto poi rilevare per mezzo di assidue ricerche, ha origine dalla germinazione di zoospore di *Cladophora fracta*. Come d'ordinario, tali germi, appena cessato il moto, svolgono, in contatto al substrato, una lunga appendice ialina, assottigliata in basso, in forma di rizina. L'estremità opposta aumenta sensibilmente di volume, assumendo a poco a poco un contorno sferoide e conservandosi ricca di contenuto clorofillaceo. Poscia, anzichè continuare a svolgersi direttamente in esile filamento ad elementi cilindroidi, come è il caso normale, dà luogo a una serie di articoli sferoidi od ellittici, poco numerosi, grossi e cinti da una parete molto spessa. Indi formansi dei ramuli cortissimi, cui succedono dei nuovi rametti. Le cellule conservano sempre la stessa forma e presso a poco le medesime dimensioni. Tutte contengono abbondante sostanza verde, e dei granuli di amido. Il diametro massimo di elementi si fatti varia da' 20 a' 30 micr. La struttura del contenuto non è diversa da quella di un articolo di *Cladophora*, salvocchè vi si osserva ordinariamente un sol nucleo, raramente 2, situati nel centro. Nello insieme la rassomiglianza con un piccolo cespuglietto di *Gongrosira pygmaea* è grandissima. L'ulteriore sviluppo della pianta conferma d'altra parte tale giudizio. Di fatti è noto come talune cellule componenti i fili ramificati di questa specie di *Gongrosira*, sieno suscettive di trasformarsi in zoosporangi. Ordinariamente quelle apicali subiscono si fatta metamorfosi (18) e si distinguono a prima giunta da quelle sottoposte per le maggiori loro dimenzioni. Negli esemplari esaminati mi accadde qualche volta di osservare si fatta forma di moltiplicazione, ma non potei rilevarne tutti i particolari per mancanza di sufficiente materiale da studio.

Prima della formazione delle zoospore il contenuto delle cellule assume una trasparenza maggiore di prima; la copiosa provvigione amilacea si scioglie a poco a poco, e la cavità appare ripiena di una massa di plasma di un bel verde intenso e di aspetto finamente granelloso. La genesi delle zoospore si compie nel modo stesso caratteristico

(17) *Phycol. gener.*, p. 283, N. 3, T. 17, fig. 6-8.

(18) V. Rabenhorst, *op. cit.* pag. 302, vol. III, fig. 110, *g*.

alle *Cladophora*. Soltanto il numero dei germi generati è inferiore, contandosene in una stessa cellula da 10 a 16. Anche quanto alla forma, le zoospore non differiscono da quelle normali di *Cladophora*; così pure rispetto alla costituzione loro, salvo che sono più piccole. Il corpo di tali germi è ovale od elissoide; vi si osserva un nucleo amilaceo ed un ocello rossastro laterale; la regione rostrale rappresenta circa una terza parte del volume della intiera zoospora e costantemente si inseriscono alla estremità due delicatissime ciglia. La uscita della zoospore compiesi attraverso una apertura circolare, piuttosto augusta, praticata traverso la parete. Poste in libertà, esse vagano alcun tempo per l'acqua, dirigendosi ai punti più esposti alla luce; si arrestano quindi sul margine del liquido, e quivi germinano.

Tav. V

E' sarebbe stato interessante il seguire per mezzo di copioso materiale e di ripetute osservazioni lo sviluppo di tali germi: io non ho potuto farlo, ma, se non m'inganno, dalla germinazione di sì fatte zoospore, mi è parso potessero avere origine fili di *Cladophora* ad articoli uninucleati.

Fatta astrazione di ciò, tale fenomeno puossi direttamente osservare nello sviluppo di normali fili della forma riferibile alla *Gongrosira pygmaea* rimasti allo stato vegetativo. Ciò si effettua sotto l'influenza di favorevoli condizioni. Gli articoli allora si allungano, ricevono due nuclei e poi man mano assumono quella morfologica costituzione che è caratteristica delle *Cladophora*.

Ignoro se eguali rapporti di sviluppo esistano tra altre forme di *Gongrosira* e quest'ultimo genere: le mie ricerche, a tale uopo instituite, non sono state seguite da felice successo, non avendo potuto qui in Messina, procurarmi bastevole materiale. Del resto comunque poche, tali indagini ci porgono argomento ad esternare qualche dubbio intorno alla sistematica autonomia del genere *Gongrosira*. Ho però la speranza che altri, più fortunato di me, possa riuscire a risolvere del tutto tale quistione. In ogni modo le esposte ricerche provano che le nostre conoscenze intorno alla Biologia delle *Cladophora* non sono tuttora compiutamente del dominio della scienza, e che campo vastissimo a nuove indagini si offre all'Algologo, nonostante che tal gruppo di organismi, da lungo tempo noti, sia grandemente diffuso nelle nostre acque, tanto marine che terrestri.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA V.

Fig. *1.* — *Cladophora fracta* Ktz. Fili allo stato di *Rhizoclonium* con articoli uni- e binucleati $\left(\frac{660}{1}\right)$.

» *2-3* — Successive trasformazioni dei precedenti durante il passaggio alla forma definitiva $\left(\frac{660}{1}\right)$.

» *4.* — *Cladophora glomerata* Ktz. Fili allo stato ibernante con articoli a tramezze secondarie *(a)*, arcuate, anormali $\left(\frac{135}{1}\right)$.

» *5.* — Laterale produzione di un ramulo multicellulare dai precedenti articoli $\left(\frac{350}{1}\right)$.

PHYSOCYTIUM, gen. nov.

Cellulæ globosæ, ovatæ vel elipsoideæ, contento chlorophyllaceo, globulo-amylaceo, vacuolis contractilibus binis, ocello rubro laterali et ciliis lateralibus duobus antice insertis, 2-4-8-16-32, raro solitariæ, intra integumentum commune, vesiculiforme, amplum, hyalinum, vivide agitatæ, et familias globosas, stipite filiformi, tenuissimo, longo, achroo substrato adfixas, constituentes; deinde, in statum quiescentem transeuntes et stratum late et indefinite effusum, palmelloideum efficientes, gelatina amorfa involutae.

Multiplicatio agamica, aut microzoosporis e stadio palmellaceo progredientibus, cellulis præcedentibus similibus, sed magnitudinis variis et saepe ocello carentibus; aut macrozoosporis 1-2 in quaque zygospora, ocello laterali rubro constanter instructis et caeterum prioribus conformibus, ex quibus novas famialias gignuntur.

Propagatio sexualis zoogonidiis 2-4-8 intra singulam cellulam palmelloideam, contenti iterata divisione binaria, ortis, macrozoosporis subconformibus, deinde, copulatione peracta, in zygosporis tranquillis hibernantibus, abeuntibus; copulatio transversa.

Divisio vegetativa repetite binaria, ad tres dimensiones alternans.

P. confervicola. *n. sp.* Cell. veg. diam. 4-12 micr., microzoosp. ad 8-12 micr. lat.; macrozoosp. diam. 10-16 micr.; zygosp. ad 12-18 micr. crass.

Habitat in aquario Hort. Publ. messanensis (Siciliæ), filis Œdogonii, Spirogyræ deciminæ, Cladophoræ glomeratæ *gregarie insidens.* Inv. Iul. 1880.

Tav. VI. Nella state del 1880 rivolgevo la mia attenzione a talune produzioni filamentose verdastre, le quali scorgevansi galleggianti e raccolte in enormi masse, qua e là alla superficie delle acque di una piccola vasca del giardino pubblico di Messina. Tali fili erano in gran parte dovuti ad una specie di *Œdogonium*, alla *Cladophora glomerata* ed alla *Spirogyra decimina*, cui rinvenivansi associate in grandissima copia delle formazioni unicellulari verdi, lo studio delle quali mi porgeva l'occasione di stabilire il nuovo genere *Physocytium*.

Il *Ph. confervicola* è l'unica specie finora nota di questo nuovo gruppo. All'epoca delle mie prime ricerche la pianta costituiva delle colonie di una struttura singolarissima, viventi quasi in forma parassitica sul corpo dei cennati organismi, attaccandovisi mediante un particolare esile sostegno. Il proposto appellativo specifico allude appunto a cotesta particolarità.

Descriverò lo sviluppo del *Ph. confervicola*, secondo l'ordine che ho seguito nelle mie ricerche, le quali sono state seguitate per una annata intiera qui in Messina.

Fig. 2. Ogni colonia è costituita da tre elementi: 1° da 4, 8, 16, 32 cellule, raramente da due, oppure una sola cellula; 2° da un'ampia capsula gelatinosa, sferoide, a pareti sottilissime, gonfiata a mo' di vescica, trasparentissima ed includente le cellule; 3° da un sostegno jalino in forma di sottilissimo filamento, mediante il quale l'organismo si attacca al substrato.

Comunque in generale variabili in numero, le cellule componenti le colonie sono il più delle volte da 4 a 16 e costituiscono un insieme di forma globoide. Esse hanno tutta la struttura degli individui monocellulari di una Volvocinea: la rassomiglianza con le cellule di un *Chlamydomonas* è in qualche guisa perfettissima. La forma loro varia da quella sferica alla ellissoide. La estremità anteriore è lievemente ristretta, indicata da un'ampia vacuola scolorata, a cui s'inseriscono due sottilissimi cigli. Il resto è ripieno di abbondante clorofilla, differenziata in fittissimi granuli. La parete, per via della sua estrema sottigliezza, non risulta distinta. Nell'interno si scorge un grosso corpuscolo sferoide, amilaceo, o meglio, una sferetta cava di sostanza amilacea. Un po' al di sotto a questa notansi distintissime due piccole vacuole

TAV. VI.

pulsanti, a contorni circolari, i cui moti di sistole e diastole si ripetono con regolare intermittenza, ad intervalli approssimativi di 1'. Lateralmente alle vacuole si osserva un piccolo ocello rossastro, che le granulazioni frequenti del contenuto non rendono sempre di facile rilievo.

La vescica, nella quale sono involte le cellule, è perfettamente sferica; soltanto un po' depressa al punto d' inserzione del sostegno. Verosimilmente essa è costituita da gelatina molto attenuata e diluita, massime nell' interno, a dedurlo dall' agilità colla quale si muovono le cellule. Solo verso l' esterno par che la sua consistenza sia cresciuta differenziandosi in sottilissima e trasparente parete. Manca del tutto ogni traccia di strie e la struttura dell'inviluppo è perfettamente omogenea. Il volume di così fatte vesciche varia secondo il numero delle cellule, che vi stanno incluse: nelle colonie le più grandi il diametro dell' integumento importa circa 80 micr.; presso quelle costituite da una sola cellula, il diametro è invece in media di 30 micr.

Il sostegno si direbbe a prima giunta formato da un solo filamento; ma in fatto, esso risulta dalla fusione di due esili e distinti fili, come è facile accertarsene, esaminandone attentamente la struttura. Essi partonsi dalla parete della vescica e precisamente dal centro di quel leggiero infossamento, praticato nella medesima e del quale già dianzi feci cenno. In tale regione essi mantengonsi costantemente liberi; indi, dopo essersi alquanto ritorti l'uno sull'altro, avviene la completa loro fusione. Ciò nonostante il diametro del sostegno è di una estrema sottigliezza: e vuoi per questa ragione, vuoi per la somma trasparenza dei detti fili, il sostegno medesimo sovente si sottrae ad ogni osservazione, che non sia molto accurata, specie facendo uso di mediocri ingrandimenti. Un organo di tal fatta non potrebbe quindi presentare alcuna consistenza; tuttavia, se si considera alla piccolezza delle colonie, alla diminuzione di peso, che il corpo di esse subisce immerso nell' acqua, si comprenderà facilmente come esso possa acconciamente funzionare da sostegno.

Così come vedesi, la pianta di cui è parola riveste una organizzazione ben singolare. Nelle condizioni in cui io l' ho riscontrato nel luglio del 1880, le cellule, incluse nel su descritto inviluppo, agitavansi verso tutte le direzioni, rivoltolandosi ed aggirandosi torno torno quasi cercassero una via di scampo. Ma cotesto stadio, come ho potuto

Tav. VI. assicurarmi, è di una durata assai breve; ben tosto cessa siffatta vegetazione di mobili individui, e la pianta passa in stato di riposo, durante il quale si compiono ulteriori e complicate fasi di sviluppo prima che abbia luogo il ritorno alle primitive condizioni di esistenza.

Fig. 2 a. Sopraggiunto questo momento, la vescica includente le cellule di una data colonia tende insensibilmente ad ingrandirsi, come se la interna tensione normale, avente azione su tutti i punti della parete, si fosse di già accresciuta. Questo fatto porta con sè lo scoppio quasi istantaneo della vescica, il quale è talmente rapido, che si può paragonare a quello di una bolla di sapone, che si frange urtando contro un corpo solido. In tal guisa la colonia si scioglie tutto ad un tratto; dello inviluppo non rimane che per poco tempo qualche lievissima traccia; i fili di sostegno, quasi si fossero rammolliti, ritraggonsi ed infine spariscono.

Divenute libere, le cellule vagano alcun tempo nell'acqua, quasi in traccia di un nuovo punto di appiglio, che facilmente incontrano nella naturale stazione loro, tali i fili di Conferva od altri organismi. Nel mio piccolo acquario parecchie si erano appiccicate ai filamenti di una *Spirogyra;* alcune persino aderivano al corpo di una grossa *Pinnularia* ed immote venivano da questa trasportate per il liquido ambiente. Moltissime invece giacevano immobili e raccolte in densi cumoli sulle pareti del recipiente le più esposte alla luce. Il moto è evidentemente influenzato dalla luce, ed in questo si comportano non diversamente dalle zoospore; la durata varia dalle 12 alle 24 ore. Durante il movimento, specie se questo si protrae lungamente, una gran parte delle

Fig. 3 m. cellule tende a coprirsi di un tenuissimo integumento gelatinoso, trasparente, il quale poi, pervenuto il germe in stato di riposo, differenziasi ancor più distintamente in forma di ampia tunica. Intanto il movimento diviene più lento, indi la cellula attaccata al substrato mediante i cigli, oppure affatto libera, resta perfettamente immobile, e protetta dal proprio inviluppo gelatinoso, dividesi per successive partizioni trasversali alternantisi secondo le tre divisioni dello spazio: così a poco a poco trasformasi in un piccolo cumulo di elementi egualmente disposti ed aventi lo stesso sviluppo che quelli di una *Palmella*. Dopo circa un mese il corpo delle Conferve vegetanti nel mio piccolo acquario, le pareti ed il fondo del recipiente, apparivano ricoperti

da copiosa vegetazione di siffatte colonie, le quali erano visibili anche ad occhio nudo sotto forma di irregolari grumi di sostanza gelatinosa verdastra, grossi tutto al più quanto la testa di uno spillo. La originaria forma di sviluppo era oramai perfettamente scomparsa. Tav. VI

Lo studio di tali colonie e del loro ulteriore incremento è stato oggetto di parecchi mesi di ricerche, i risultati delle quali riferirò qui brevemente.

Pigliando anzitutto in esame la struttura di una colonia palmellacea adulta, scorgiamo questa costituita da elementi globoidi od ovali, di rado ellittici, ordinariamente avvicinati a gruppi di 2, 4 oppure 8 all' interno di trasparentissima ed amorfa gelatina. I contorni di ogni cellula spiccano distinti, comunque sottilissima ed inconspicua ne sia la parete. Altresì distinto risalta il nucleo amilaceo, il quale nelle cellule sferoidali è situato esattamante nel centro, nelle altre, ovali od ellissoidi, è un po' più spostato ed avvicinato ad uno dei poli. Il contenuto è ricco di materia clorofillacea, differenziata in fittissimi granuli. Lateralmente infine scorgesi una ampia vacuola trasparente. Sicchè in complesso tali cellule rivestono tutti i caratteri degli elementi di una *Palmella* e di altri organismi affini. Fig. 3.

La mucilagine, che investe le cellule, è abbondante, mollissima, omogenea, salvo in rari casi, dove sembra differenziata in ampia e distinta tunica globoide attorno le cellule; ma tale differenziazione non è giammai così marcata, come è il caso nel genere *Gloeocystis*.

La moltiplicazione vegetativa delle cellule effettuasi nella maniera ordinaria e caratteristica al genere *Palmella*, cioè per successiva trasversale divisione del contenuto. Durante il quale processo la parete della cellula madre pare che si sciolga e ridotta in sostanza gelatinosa, investa i giovani elementi. Tutte le divisioni si effettuano nello stesso modo e sempre egualmente comportasi la parete della cellula madre; i piani di scissione si alternano però secondo le tre direzioni dello spazio. In tal guisa e per indefinito ripetersi del medesimo processo, ha luogo con grande rapidità l' accrescimento in volume di una data colonia a sviluppo palmellaceo. Esaminando gli elementi di una stessa famiglia adulta pervenuta in stato di inoltrato sviluppo, scorgiamo una grande variabilità nelle dimensioni loro. Ve ne hanno dei piccolissimi, che raggiungono persino 2 micr. nel massimo loro diametro, altri più grandi

Tav. VI. aventi fino a 12 micr. di larghezza, mentre gli uni agli altri si legano fra di loro per graduali passaggi. Questo dipende dal fatto che le cellule di ultima generazione tendono a divenire sempre più piccole in confronto agli elementi prima generati, e principalmente dalla circostanza che, appena iniziata la divisione di una data cellula e prima che questa siasi del tutto compiuta, ne succede tosto un'altra, in modo che in uno stesso elemento par che abbia luogo una vera divisione simultanea; fatto questo frequente nelle cellule delle Palmellacee, il quale fece dire, che gli elementi di tali piante fossero suscettivi di dividersi simultaneamente in 4 nuove cellule figlie (1). Un' altra considerazione spiega siffatta estrema variabilità nelle dimensioni delle cellule di una stessa colonia, ed è che non tutti gli elementi seguitano a scindersi con regolare intermittenza. Un certo aumento di volume segue bensì appena avvenuta la divisione di una data cellula; però tale aumento, il quale dovrebbe ricondurre le cellule figlie alle dimensioni medesime della cellula madre, è in fatto lievissimo.

Tali sono i caratteri delle colonie esaminate nelle condizioni ordinarie di sviluppo vegetativo, ed in tal guisa si effettua il loro ampliamento. Occorre adesso rivolgere la nostra attenzione al loro ulteriore incremento. Ciò effettuasi per mezzo di zoospore.

Il momento opportuno per assistere a questo fenomeno è, come di ordinario, anche presso il *Physocytium*, il mattino, e più precisamente dalle prime ore della giornata fino a mezzogiorno. Così avviene che le cellule, formatesi la notte, cambiansi il mattino seguente direttamente in zoospore. Ogni zoospora è la immediata trasformazione di una cellula vegetativa preesistente, sia questa di recente formazione, o sia essa da più lungo tempo constituita. Influendo favorevoli condizioni ambienti, codesta trasformazione compiesi con grande rapidità e per intiero una colonia, per quanto voluminosa, si discioglie durante le prime ore del mattino in miriadi di germi mobili. La liberazione di questi esige che la gelatina fondamentale cada in deliquescenza. Venendo meno siffatta condizione, non è più possibile in alcuna guisa la dispersione delle spore mobili. Nelle mie culture, essendosi talora avverato questo caso, solevo premere il copri-oggetti, in modo da schiacciare e disfare la mucilagine

(1) W. Hofmeister: *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, Leipzig 1867, pag. 101.

fondamentale della colonia; così mi è riuscito spesso di riattivare la scarsa emissione di zoospore. Che cosa avvenga della parete della cellula madre durante il lavoro di gestazione delle zoospore, può arguirsi dalla forma del movimento di queste, esaminate nei pochi istanti che precedono la completa loro liberazione e dispersione. Esse allora si agitano alquanto rivoltolandosi e girando su se stesse, balzando di continuo, quasi che il loro moto fosse circoscritto dentro uno spazio circolare limitatissimo. Tale spazio poi, a dedurlo dai detti moti, par che tenda sempre più ad ingrandirsi, finchè apertasi da un lato una via di scampo, la liberazione delle zoospore si effettua rapidamente. Da tali considerazioni deducesi chiaramente, che la membrana della cellula madre, la quale a mala pena distinguesi nei primordi della differenziazione del contenuto in zoospora sotto forma di sottile straterello trasparente di sostanza mucilaginosa, si distende a poco a poco più tardi, ampliandosi e trasformandosi in ampio sacco, il quale sempre più attenuato, lacerasi infine da una parte, diffluisce, e completamente scompare.

Tav. VI.

Fig. 3, n.

Le differenze di volume, che si osservano nelle cellule vegetative, trovano perfetto riscontro nelle zoospore, in quanto che queste, come si disse, non sono che diretta trasformazione delle prime. E però avremmo da distinguere zoospore piccole, mediocri e grandi; differenze, le quali non sono di alcuna importanza, poichè non corrispondono ad attitudini fisiologiche diverse. Tutte le zoospore infatti non presentano quasi alcun che di diverso, quanto alla struttura, dalle cellule componenti le colonie primitive, e tutte egualmente sono suscettive dello stesso modo di sviluppo. Si muovono per mezzo di due ciglia, contengono un nucleo amilaceo, due vacuole pulsanti, spesso confuse in unico vacuo; soltanto mancano costantemente di ocello. Come le prime, esse muovonsi vivacemente palesandosi eliotropiche in senso positivo. Pervenute in riposo, svolgonsi in nuove colonie di struttura pelmelloidea, cingendosi prima di una tunica mucilaginosa trasparente; indi, nel modo sopra descritto, si trasformano successivamente in uno strato di elementi, i quali persistono indefinitamente coinvolti dentro amorfa massa gelatinosa. L'accrescimento di questi in seguito procede oltre egualmente per reiterate divisioni vegetative; indi nuove zoospore generansi. Sicchè le colonie vanno continuamente ampliandosi e rinnovandosi per via agamica.

Ho seguito lo sviluppo di cotesta forma dall'estate del 1880 fino

Tav. VI. alla primavera dell'anno successivo. Durante tutto questo tempo le colonie si sono svolte nella maniera sopra descritta; però al sopraggiungere dell'inverno la potenza loro moltiplicativa mi è parsa si fosse di gran lunga affievolita. In questo tempo ho osservato rarissime le zoospore e solo nelle giornate più miti, nelle quali il termometro del Laboratorio accennava ad una temperatura ambiente di 14° C. Rare altresì erano le cellule che seguitavano a svolgersi per reiterate scissioni. Nel corso della stagione fredda ed in giornate più rigide le colonie cadevano in istato di perfetto letargo. In tale stadio nello interno delle cellule scorgevasi accumulata copiosa provvigione di sostanza amilacea differenziata in fitti granuli globoidi. In qualche caso attorno alle cellule notavasi uno spesso e quasi solido inviluppo biancastro costituito da finissime lamelle, come l'involucro di un grosso *Chroococcus*. Ignoro lo sviluppo ulteriore di siffatte germi ibernanti. Probabilmente per azione di favorevoli condizioni ambienti essi si svolgono poi in nuovi elementi palmellacei.

Fig. 9.

Al sopraggiungere della primavera, comunque attivissimo fosse lo sviluppo delle colonie, tanto per divisione vegetativa, quanto per zoospore, talune cellule accennavano a importanti cambiamenti, i quali, divenendo sempre più marcati, davano a concepire il sospetto che già intervenisse nella vita dell'organismo una nuova fase di sviluppo.

Tali modificazioni hanno per scopo la produzione di germi sessuali. Le indicate cellule si distinguono di buon'ora dalle altre per la forma loro esattamente sferica; lo sviluppo vegetativo è cessato, non avendo più luogo ulteriori divisioni, nè formazione di zoospore. Il contenuto di tali cellule prende un aspetto più omogeneo. Nel centro spicca distintissimo un grosso nucleo amilaceo, centrale. Le granulazioni rendono invisibile la vacuola laterale. La parete è ben marcata e la mucilagine ambiente, considerevolmente diluita, è infine scomparsa. In tal modo le cellule sono divenute perfettamente libere e rappresentano dei veri elementi protococcacei. Così fatta trasformazione è da principio ristretta a pochi elementi; indi un maggior numero subisce identica metamorfosi, restandone però sempre una buona parte in condizioni di sviluppo agamico. Sicchè mentre alcune cellule assumono caratteri sessuali, altre seguitano a rappresentare dei germi di moltiplicazione agamica.

Tali cellule possono benissimo meritare il nome di zoogonangi essendo destinate a produrre nel loro seno dei germi sessuali mobili, ossia zoogonidi. Questi nascono per successiva divisione del contenuto della cellula madre, nello stesso modo come nuovi elementi vegetativi derivano da altri preesistenti. La sola differenza, che corre fra la genesi di zoospore e quella dei zoogonidî è questa, che le prime sono diretta trasformazione di cellule vegetative già esistenti; questi ultimi invece nascono dalla divisione di determinate cellule; sicchè, se la differenziazione in zoogonangi non avesse luogo e questi fossero identici alle cellule vegetative, potremmo dire che i zoogonidii sono elementi di 2ª, 3ª od anche 4ª generazione prodotti da date cellule madri. A volte il contenuto tutto si scinde in due porzioni soltanto, le quali divengono altrettanti gonidii; talora alla prima succede una seconda divisione od anche una terza, raramente una quarta, in modo che successivamente il contenuto si svolge in 4, 8 di rado 16 zoogonidii. Le divisioni avvengono in direzione alternante. Nei primordi della formazione dei zoogonidii il nucleo amilaceo scomparisce completamente, quasi riassorbito, e la clorofilla assume una struttura più omogenea. Le divisioni si ripetono con grande rapidità, e appena compiute, le diverse porzioni del contenuto si differenziano in masse ovoidi, ricevono un nucleo amilaceo, un ocello rossastro visibile dallo esterno; spiccano altresì distinte le vacuole pulsanti ed il rostro: la differenziazione può dirsi compiuta. Nel tempo stesso la parete del zoogonangio subisce una lenta liquefazione; i suoi contorni sono estremamente attenuati, di una trasparenza vitrea e i zoogonidii sembrano immersi in una sostanza liquida come acqua. La deliquescenza della parete procede oltre, fin tanto che non diviene completa; allora i microgonidii liberamente si spandono nel liquido ambiente, dotati come sono di agilissimo movimento.

Tav. VI

Fig. 5

Posti in confronto colle zoospore, i microgonidii non presentano notevoli differenze. D'ordinario il loro diametro trasversale varia da 6-8 micr.; sono costantemente di forma ovale, coll'estremità anteriore trasparente ed assottigliata in forma di rostro, a cui si inseriscono due esilissimi cigli. Vi si scorge distinto un nucleo amilaceo ed inferiormente a questo un ampio spazio scolorato, pulsante; lateralmente pochi granuli grigiastri ed un ocello minutissimo rossastro.

Fig. 5, z

Il moto dei zoogonidii dura in media 6 ore e la luce vi esercita

Tav. VI. una evidente influenza nel senso positivo. Le loro proprietà sessuali si deducono *a priori* dalla facilità colla quale la più gran parte di essi, ridotti allo stato di riposo ed isolati, si deformano e disfanno. Esaminandoli raccolti in massa dentro una piccola gocciola di acqua, scorgesi in essi manifesta la tendenza di avvicinarsi a due a due, quasi a vicenda si cercassero; spesso incontransi coi rostri, si urtano e balzando e rivoltolandosi, separansi; a volte rimangono appiccicati insieme. Fig. 6. In questo caso avviene la loro copulazione. Tal fenomeno si compie in meno di due minuti ed ha luogo, come di ordinario, per mezzo delle estremità anteriori. La fusione procede a grado a grado, ed infine dalle due masse deriva un corpo sferoide, moventesi per mezzo di quattro ciglia, contenente due nuclei amilacei, due ocelli e nel mezzo un' ampia area scolorata. La zigospora muovesi ancora qualche tempo, indi il moto diviene a grado a grado più lento, ed infine, ridotta affatto immobile, deponesi nel fondo del recipiente.

Fig. 7. Le zigospore in via di sviluppo presentano una parete distintissima la quale va sempre più inspessendosi. Anche il volume cresce gradatamente; spariscono man mano gli ocelli e i due nuclei amilacei, il contenuto prende un aspetto granelloso; di vacuole non resta più alcuna traccia. Le zigospore mature sono delle cellule sferoidi misuranti un diametro di 12-18 micr., a parete più tosto spessa; il contenuto abbonda di granuli amilacei; vi si scorgono pure delle gocciole di sostanza oleosa. Nell' insieme la cavità cellulare prende un colorito rossastro più o meno intenso, dovuto a semplice chimica trasformazione della clorofilla.

Generate in primavera, le zigospore persistono inalterate e disperse nel fondo del recipiente, tutta la state. La loro colorazione diviene sempre più intensa. Allora sono suscettive di sopportare la secchezza. Egualmente si comportano collocate dentro neve fondente ed esposte direttamente al sole nelle ore più calde delle giornate di estate. Influendo però lungamente tali estremi di calorico esse periscono. A ravvivarne le dormienti facoltà germinative è necessaria una temperatura media di 25° C. ed abbondante umidità. Le zigospore si sono spontaneamente svolte nel mio acquario verso i primi di agosto. L'acqua veniva rinnovata tutti i giorni con beneficio grandissimo di una *Spirogyra* che si era considerevolmente sviluppata durante la coltura.

La germinaziono delle zigospore presenta qualcosa di analogo collo sviluppo delle zoospore della *Pandorina Morum*, in quanto che il ritorno dell'organismo alle condizioni originarie compiesi per intermediario di macrozoospore. Indizio sicuro dell'incipiente germinazione è la lenta trasformazione che subisce in pura clorofilla la sostanza colorante rossastra del contenuto; sicchè le cellule a poco a poco riprendono il primitivo colorito verde. Contemporaneamente sciolgonsi i granuli di amido accumulati nella cavità cellulare e il contenuto assume una struttura più omogenea. Bentosto tutto il plasma si organizza in una grossa macrozoospora, in cui il nucleo amilaceo, le vacuole pulsanti e l'ocello si rendono visibili dal di fuori essendo trasparentissima la membrana. A volte nascono due sole macrozoospore. In ambo i casi i nuovi germi stanno racchiusi dentro una particolare tunica di trasparente e tenuissima gelatina, la quale si scioglie da un lato durante la uscita delle macrozoospore. Intanto la parete della zigospora irregolarmente rompesi; i germi, forzato il proprio inviluppo, si spandono nell'acqua ambiente, restando le vuote membrane disseminate sul substrato e visibili per qualche tempo, aperte da un lato, da cui sporge a mo' di calzare la disciolta tunica. Non tutto il contenuto però di una stessa zigospora viene impiegato nella formazione di una o di due macrozoospore; rimane invece inadoperata una piccolissima porzione di protoplasma, la quale, compiuta la emissione dei germi e ridotta in forma di tondo corpuscolo di sostanza molle refringente e scolorata, persiste nel fondo della vuota zigospora, oppure vien trascinata via dalla macrozoospora e si disperde nell'acqua. La tintura jodata dà a cotesti corpuscoli una colorazione brunastra; trattasi quindi di tenui residui di protoplasma (epiplasma) rimasto inattivo nella genesi delle macrozoospore, il che osservasi anche nella germinazione delle zoospore di qualche Volvocinea.

Tav. VI
Fig. 8

Le macrozoospore somigliano moltissimo alle microzoospore: la sola differenza che vi corre è questa, che le prime derivano da germi fecondati e servono a completare il ciclo di esistenza dell'organismo. Del resto identica n'è la forma e la costituzione. Nelle dimensioni stesse non si osserva alcuna differenza costante, e poichè variabile è il volume delle zigospore, ugualmente differenti risultano in grandezza le macrozoospore. Il moto è vivacissimo e diretto verso i punti più

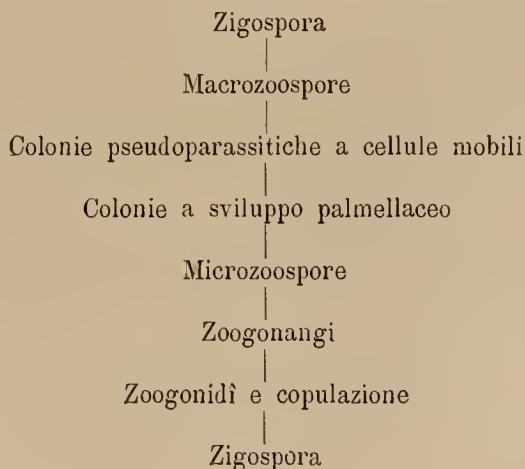
Tav. VI. esposti alla luce. D'ordinario esso dura circa sei ore sempre colla medesima intensità iniziale; poscia diviene a poco a poco più lento. Allora differenziasi intorno al germe una sottilissima tunica di trasparenza vitrea, la quale tende sempre più a staccarsi dal contorno della macrozoospora, Fig. 1. restando soltanto aderente colla regione rostrale. Nel mio acquario la più parte di germi, arrestati nel loro moto dai fili di *Spirogyra*, vi erano rimasti attaccati; altri giacevano immobili ed aderenti contro le pareti del recipiente. Nelle condizioni naturali avviene presso a poco lo stesso. La macrozoospora si appiccica al substrato mediante i cigli, i quali, dapprima aperti e divaricati, si avvicinano poi l'un verso l'altro pigliando una direzione quasi parallela. Il moto però non è completamente cessato: il germe, comunque scemata la primitiva vivacità, si dibatte quasi tentasse staccarsi, rivoltandosi e contorcendosi sul proprio asse longitudinale. Il che fa si che i cigli si accostino sempre più l'un verso l'altro, la fusione di essi è quindi seguita da un certo grado di torsione. Il moto manifestasi poi a scosse, le quali si ripetono ad intervalli; questi divengono sempre più rari e distanti ed in ultimo la macrozoospora rimane perfettamente immobile. L'aderenza al substrato compiesi mediante una sorta di dilatazione discoide prodottasi alla base del sostegno; se i fili restano distinti formansi due di siffatte dilatazioni, una per ciglio. Talora le macrozoospore cessano di muoversi senza aver contratto alcun' aderenza per mezzo dei cigli; questo ho potuto verificare disseminandone parecchie dentro vetrini da oriuolo ripieni d'acqua. A misura che il moto si fa più lento, il germe si affonda allora nel liquido, quasi fosse già divenuto più pesante; in ultimo casca a dirittura nel fondo, ove rimane coi cigli protesi ed aperti manifestando a radi intervalli delle pulsazioni seguite da contorsioni leggere come se si rivoltolasse sulla superficie di contatto. I cigli intanto restano inattivi, quasi irrigiditi; le quasi spente facoltà di movimento, parrebbe fossero concentrate nel solo corpo della macrozoospora; sicchè passivamente essi seguono gli spostamenti indotti dal moto del germe: cessato poi questo, restano inalterati nella posizione primitiva.

Le macrozoospore del *Ph. confervicola* ci porgono il primo esempio di spore mobili, le quali ridotte allo stato di quiete, non perdono i cigli, ma questi, abbandonato il proprio loro ufficio di organi

di locomozione, persistono immutati per lo adempimento di un' altra differente funzione, servendo, cioè, da strumenti di sostegno alla pianta in via di sviluppo.

Tav. VI.

Fig. 1

Già prima che sia completamente cessato il movimento, il corpo della macrozoospora si cinge di un' inviluppo di trasparente gelatina, il quale ne segue i contorni a partire dal rostro e sempre più staccasi. In tale stadio il germe rassomiglia in certa guisa alle cosidette macrozoospore dei generi *Chlamydomonas* e *Chlamydococcus*. Quivi però lo inviluppo è perforato per dar passaggio ai cigli, mentre nel *Physocytium* manca qualsiasi relazione tra i cigli e il corpo del germe e questo resta perfettamente immobile all' interno dello indicato inviluppo. Continuando lo sviluppo della macrozoospora, la tunica esterna staccasi sempre più e si rigonfia a mo' di bolla, separandosi anche completamente dalla regione rostrale: la porzione dello inviluppo corrispondente a tal regione è controddistinta da una leggera depressione imbutiforme. Contemporaneamente il corpo della macrozoospora si divide successivamente in 2, 4, 8, 16 porzioni, le quali divengono altrettante cellule vegetative mobili. Così il ritorno alla forma originaria può dirsi definitivamente attuato e nuove colonie hanno ben tosto origine, come le precedenti, suscettive dello stesso su descritto svolgimento. Sicchè a partire dalla zigospora germinante le fasi di esistenza di questo singolare organismo si succedono nel modo seguente:

Tav. VI. Resterebbe adesso da risolvere un'ultima quistione: quali sono le affinità di questo nuovo genere e a quale gruppo delle Protococcoidee (*Coccophyceae* Rabh.) debba riferirsi?

Le nostre conoscenze sulla vita degli organismi inferiori, sono davvero troppo manchevoli per potere con tutta sicurezza affermare che vi sieno degli esseri intimamente affini al nostro *Physocytium*. Alcuni punti di contatto abbiamo bensì riscontrato confrontando questa nuova Alga con qualche Volvocinea. In massima la struttura delle cellule presenta in ambo tali forme una sorprendente identità. Ma questo non ci deve punto meravigliare: anche gli elementi di molte Palmellacee, esaminate sotto la forma di zoospore, non differiscono gran fatto dalle cellule mobili di un *Chlamydomonas*; le quali sono poi anche temporariamente suscettive di ridursi allo stato di quiete e assumere tutti i caratteri di una Palmellacea. Sicchè il considerare il cenobio di un *Volvox*, di una *Pandorina*, ecc. come costituito da una associazione di zoospore, non mi parrebbe del tutto erroneo. Le affinità colle altre Protococcoidee non sarebbero perciò poche. Ma prescindendo da ciò, ancor più intime relazioni riscontriamo nella germinazione delle zigospore tra Volvocinee ed il nostro *Physocytium* dai quali germi hanno origine macrozoospore, come precisamente nella *Pandorina Morum*, secondo le ricerche del Pringsheim (1). Rispetto poi allo sviluppo ulteriore delle macrozoospore e alla genesi di nuove famiglie pseudoparassitiche non sono meno evidenti le affinità del *Physocytium* colle Volvocinee. Di modo che se il tipo fondamentale di struttura della nostra pianta e molti tratti del suo sviluppo presentano non poche somiglianze con quelli di qualche Volvocinea, mi parrebbe in qualche guisa giustificato il considerare siffatto organismo come una delle forme molto più affini a questa ultima famiglia, anzichè alle vere Palmellacee; con ogni probabilità si tratterebbe di un tipo singolarissimo, molto importante dal lato sistematico, intermediario fra questi due ultimi gruppi di Protococcoidee. Ma se non m' inganno al novero di tali forme debbonsi altresì riferire delle

---

(1) *Ueber Paarung der Schwärmsporen, die morph. Grandform d. Zeugung im Pflanzenreich*, nei *Monatsber. der Berl. Akad.*, oct, 1869.

specie, le quali sono state comunemente considerate come parti integranti di taluni generi di Palmellacee e di Protococcacee. Approfondendo un po' più le nostre conoscenze sulla Biologia dello Protococcoidee, avremo forse da convincerci di ciò; per ora ci basti citare l'*Apyocistis Brauniana* Nag., colla qual forma il nostro *Physocytium confervicola* presenta non poche analogie. Questa pianta, che io ebbi occasione di osservare allo stato vegeto e nelle condizioni descritte e figurate da Nägeli (1), cresce sul corpo di altre Alghe formandovi delle colonie subparassitiche, le quali essenzialmente differiscono da quelle di *Physocytium* per la mancanza del caratteristico sostegno in forma di filamento. Del resto presso a poco identica n'è la struttura delle cellule. Queste sono pure suscettive di ridursi allo stato di quiete, assumendo tutti i caratteri morfologici di una *Palmella;* durante questo stadio alcune cellule si svolgono in zoospore come precisamente nel *Ph. confervicola.* Ignoro lo sviluppo ulteriore dell'*Apiocystis Brauniana* e per quali vie compiesi il ritorno allo stadio primitivo, nonostante credo probabilissime le indicate relazioni fra le due piante di cui è parola.

Tav. I.

---

(1) *Gattungen einzelliger Algen*, Zürich, 1849, Tav. II. A.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VI.

Fig. 1. Colonie subparassitiche procedenti dalla germinazione di macrozoospore aderenti ad un un filo di *Spirogyra decimina* $\left(\frac{660}{1}\right)$.

» *2.* Le precedenti a sviluppo compiuto appiccicate ad un filamento di *Oedogonium* di cui una *(a)* in via di dissoluzione (id.).

» *3.* Colonie a sviluppo palmellaceo moltiplicantisi per microzoospore *(n)*, alcune delle quali libere e coperte da una tunica trasparente *(m)*, parecchi elementi di tali colonie sono involti da un inviluppo gelatinoso *(t)* come quelli di una *Gloeocystis* (id.).

» *4.* Zoogonangi maturi (id.).

» *5.* Formazione ed emissione dei zoogonidî (id.).

» *6.* Copulazione de' zoogonidî (id.).

» *7.* Zigospore in diverso grado di maturazione (id.).

» *8.* Genesi delle macrozoospore dalle zigospore germinanti (id.).

» *9.* Cellule ibernanti appartenenti alla forma palmelloidea (id.).

KENTROSPHÆRA, gen. nov.

Cellulæ globosæ aut breviter elipsoideæ, segregatæ, absque tegumentis, in stratum late effusum cumulatæ, sæpe infra colonias Oscillarinearum plurimarum subparasitice nidulantes, contento chlorophyllaceo viride vel viridi-luteolo, tenuiter granuloso, globulo amylaceo et membrana firma, tenui.

Multiplicatio alternans cellularum vegetativarum contenti simultanea et totali divisione, et zoosporis intra cellulas ultimæ generationis valde auctas et in zoosporangia trasmutatas, eodem modo quam priores ortis. Zoosporangia permagna, hibernantia, membrana crassa, firma, per Jodum cœrulescente, concentrice stratificata, extus in appendicem callosam, conicam vel cultriformem producta, contento e viride ad rubrum vel luteolum vergente, chlorophylla sæpe in fascias parietales radiantes segregata. Zoosporæ minimæ, 8—∞ in singulo zoosporangio, per porum lateralem libere examinantes, ovatæ vel elipsoideæ, globulo amylaceo et ciliis binis vibratoriis instructæ.

Propagatio sexualis adhuc ignota.

1. **K. Facciolæ**, *n. sp.* K. cellulis vegetativis exacte sphæricis; zoosporangiis maximis, usque ad 80 micr. crassis, zoosporas numerosissimas, 2-3 micr. latas, includentibus.

Habitat ad stillicidia, in aquariis Messanæ (Siciliæ) plerumque in consortio Lyngbyæ Phormidii *et* Oscillariæ tenuis, Comun. cl. D.r L. Facciolá, sept. 1880.

2. **K. minor**, *n. sp.* K. cellulis vegetativis elipsoideis; zoosporangiis

mediocribus, ad 35 micr. latis, zoosporas paucas (8-32) 5-6 micr. crassas, foventibus.

Habitat in stagnis submarinis ap. Messanam Algis Phycochromaceis variis cumsociata. Leg. majo 1881.

Tav. VII. Debbo la conoscenza di questo nuovo genere alla cortesia del mio amico D.r Luigi Facciolà, il quale mi comunicava dei saggi della prima specie fra mezzo ad Alghe da lui raccolte presso il villaggio Bordonaro, ne' dintorni di Messina. In seguito io medesimo ebbi la occasione di rinvenir la stessa forma in grande copia sugli stillicidî di alcuni serbatoi di acqua dentro la città. Essa cresceva ordinariamente coinvolta e nascosta fra le colonie di varie Oscillariacee, il più delle volte associata alla *Lyngbya Phormidium* Kirchn. (*Phormidium vulgare*, auct.). Più tardi l' ho rinvenuta altresì dispersa con una certa frequenza fra mezzo ai fili della *Oscillaria tenuis*, Ag. e tanto nel primo, come in quest' ultimo caso esistevano presso a poco le medesime condizioni di associazione.

Com'è noto, i fili della *Lyngbya Phormidium* densamente si accalcano sul substrato, agglutinandosi quasi insieme e formando una sorta di fronda membranacea di notevole compattezza. La superficie di sì fatto corpo talloideo è estremamente liscia, viscida, e l'acqua, scorrendo sopra, la depura di qualsiasi estranea incrostazione, conservandole l'originario colorito azzurrognolo. I saggi di *Lyngb. Phormidium*, ricevuti nel settembre del 1880 dal D.r Facciolà, presentavano perfettamente tali caratteri. Appena pervenutimi, vennero collocati sul fondo di un largo recipiente di porcellana bianchissima, ben distesi e lavati, coprendoli di uno strato d'acqua dello spessore circa di un centimetro o poco meno. Così disposti mi accorsi subito che la superficie della fronda era sparsa qua e colà di rade granulazioni di un verde carico, alcune delle quali giacevano come soprapposte e facili a staccarsi, altre trovavansi in parte immerse nel corpo della fronda, sporgendo attraverso una breve fenditura in essa superficialmente praticata. Notavasi altresì in una medesima fronda dei sollevamenti tubercolari, la cui superficie, a volte screpolata, mostrava al di sotto visibili analoghe granulazioni verdastre. Mediante un esame più accurato rinvenivo più tardi altre granulosità perfettamente coinvolte dai fili della *Lyngbya*, poste a differenti gradi di profondità dalla superficie della

fronda, ora sparse, ora raccolte in cumoli relativamente grandi ed irregolari. Tav VII

Tale era la disposizione della nuova Protococcacea all'interno delle colonie di *Lyngbya Phormidium* nei saggi comunicatimi dal Facciolà. In quelli provenienti da Messina e da me medesimo raccolti, ho riscontrato quasi le stesse condizioni di associazione, sebbene la *Lyngbya* quivi si trovasse sostituita da una specie di *Oscillaria* (probabilmente la *O. tenuis.).* In questo secondo caso ho per altro osservato come le granulazioni possano talora rinvenirsi libere nelle aggiacenze della fronda, anche a una certa distanza da questa, epperò suscettive di sviluppo indipendente, come precisamente un Gonidio di un Lichene che si sia allontanato dal tallo dentro cui si annida.

Le dette granulazioni, esaminate al microscopio, apparivano costituite da innumerevoli individui di *K. Facciolaæ* in diversi gradi di sviluppo, il quale io potei seguire quasi senza interruzioni per parecchi mesi.

Esporrò i risultati delle mie ricerche seguendo l'ordine tenuto in esse.

Le grandi cellule zoosporifere della *K. Facciolaæ* sono visibili anche mediante un debloissimo ingrandimento, talora pure ad occhio nudo, sotto forma di minutissimi punti verdi, grossi tutto al più $^2/_{10}$ di millimetro. Tipicamente sferiche, od ovali, oppure ellittiche, divengono sovente in età avanzata un po' irregolari. La lor parete è fortemente ispessita e par formata da sottilissime laminette concentricamente soprapposte le une alle altre: lo spessore varia da 2,5 a 3,5 micr. in media. Ordinariamente qua e là sporgenti verso l'interno osservansi 1-3 protuberanze cellulosiche di dipendenza della stessa membrana cellulare, di forma spesso conica e, come la parete, finamente stratificate. All'esterno poi costantemente la membrana dà luogo ad un grosso corpo calloso, sovente curvo a mo' di sperone, pur esso sottilmente stratificato, il quale, nelle cellule ovoidi od ellittiche, corrisponde ad una delle due estremità pigliando tutta l'apparenza di un valido, ma breve, sostegno. Detto corpo non può in fatto esser considerato come tale, non adempiendo esso menomamente l'ufficio di sorreggere la cellula, ma probabilmente quello di agire come cuneo attraverso la massa filamentosa compattissima onde si compongono le colonie della *Lyngbya*.

Fig. 1-3.

Fig. 3.

La parete di cosiffatte cellule, trattate colla tintura jodata, non

Tav. VII. palesa subito alcun cambiamento; un po' più tardi cominciano gli strati esteriori ad accusare una debole colorazione in violetto, la quale diviene a poco a poco più intensa e gradatamente estendesi fino agli strati interni, i quali si tingono con maggiore intensità. Occorre per lo meno un'ora perchè si compia l'intiera reazione.

Fig. 1. La cavità cellulare è ripiena di un protoplasma abbondante di clorofilla differenziata in numerosi cordoni cilindrici, ora dritti, ora leggermente sinuosi, elegantemente disposti a raggio intorno al centro della cellula, dal quale si allontanano un po' lasciandovi scoperta un'area circolare scolorata. Detti cordoni raggiungono la periferia e si adagiano contro la faccia interna della membrana colla lor base circolare. Oltre a clorofilla il protoplasma include dei granuli amilacei, in quantità assai variabili, ordinariamente minutissimi, sovente involti e mascherati dalla sostanza dei cordoni clorofillacei. Il jodio tuttavia ce li palesa senza alcuna difficoltà, specie se le cellule abbiano prima soggiornato parecchie ore in alcool.

Sebbene il colorito fondamentale delle cellule sia di un bel verde, tuttavia scorgesi non di rado come esso tenda ad assumere una leggiera sfumatura in rosso arancio. Per quanto difficilmente puossi a prima giunta rilevare la ragione di così fatta colorazione, parmi probabilissimo che essa debbasi attribuire alla presenza di una sostanza colorante differenziata in tenuissime gocciolette; verosimilmente trattasi di Ematocromo, a dedurlo dall'azione dell'acido osmico sopra siffatta sostanza. Presso alcune cellule, dove il colorito rossastro appariva maggiormente spiccato che in altre, più frequenti, la differenziazione della materia colorante in gocciolette, risaltava sovente assai distinta. Trattate queste stesse cellule con acido cromico, il contenuto scolorasi tosto; immersa di poi la preparazione in una soluzione ben diluita di acido osmico, la sostanza colorante comparisce allora ridotta in una o poche gocciole di color brunastro più o meno intenso secondo il grado di concentrazione della soluzione.

Ogni cellula è dotata di un nucleo, il quale si manifesta chiaramente coi mezzi ordinarî di ricerca. Distintissimo risulta, scolorando da prima la cellula, indi impiegando come mezzo di colorazione una soluzione di carminio all'allume, ovvero del pricrocarminato ammonico. Il nucleo è situato nel centro della cellula; i cordoni clorofillacei,

partentisi dalla periferia, raggiungono i suoi margini senza investirnelo; esso resta perciò in qualche guisa visibile senza il bisogno di reagenti.

Tav. VII.

Tale è la costituzione delle grosse cellule zoosporifere della *K. Facciolaæ*. Fisiologicamente considerate esse possono benissimo meritare il significato di zoosporangi ibernanti, in quanto che il loro sviluppo ulteriore esige che esse cellule soggiacciano prima ad un certo periodo di riposo, di durata molto variabile. Durante questo stadio di apparente, provvisoria cessazione delle attività vitali, il contenuto conserva la primitiva struttura.

Fig. 2.

Trascorso il periodo d'ibernazione, notevoli cambiamenti preannunziano la formazione delle zoospore. Spariscono allora lentamente i cordoni clorofillacei, dissolvendosi a poco a poco in granuli sferoidi i quali tendono a distribuirsi quasi omogeneamente nella cavità cellulare: il contenuto piglia allora un aspetto granelloso. Il nucleo in questo stadio risalta con maggior distinzione, indicato da una areola scolorata, centrale, a contorni nettamente definiti. Intanto sono cresciuti i corpuscoli di Ematocromo, assumendo la cellula una sfumatura in rosso più intenso. Poco di poi comincia la differenziazione del contenuto in piccolissime e numerose massule sferoidi, ma divenute poliedriche per il reciproco contatto. Del nucleo è scomparsa ogni traccia; la clorofilla non permette d'indagare da vicino i fenomeni di cui esso è sede durante il processo. In ogni modo è possibile la congettura che il nucleo venga dapprima scomposto e riassorbito per ricomparire indi rappresentato dai singoli nuclei delle zoospore.

Fig. 4

La formazione delle zoospore è simultanea in una medesima cellula. Tutto il contenuto viene all'uopo impiegato, rimanendo soltanto come avanzo poche gocciolette di sostanza oleosa rossastra, le quali spesso sono trascinate fuori dalla cavità cellulare dalle zoospore durante la loro uscita e si disperdono nell'acqua ambiente.

L'intiero processo di formazione svolgesi in meno di tre ore; ordinariamente, accennato verso le prime ore del mattino, si compie poco prima delle 10 a.m. Ciò devesi ritenere in maniera generale, in quanto che talora occorrono delle eccezioni prodotte spesso da cause non di facile rilievo.

Le zoospore escono attraverso un'apertura circolare praticata per

Tav VII Fig. 5. dissoluzione parziale nella parete della cellula in un punto qualunque della stessa. Lo zoosporangio vuotasi in meno di 10 minuti, uscendo le zoospore a poche per volta. In tal guisa mi è riuscito di contarne, presso a poco 300 prodotte in uno stesso zoosporangio. Questo numero può bensì variare secondo la grandezza delle cellule zoosporifere. In media può ritenersi che il numero delle zoospore generato in ogni zoosporangio varia da 150 a 400.

Le zoospore si muovono con grande agilità nel liquido ambiente; sono molto piccole, larghe tutto al più 2 micr., ovali od ellittiche e provviste di due esilissimi cigli, che appena risaltano distinti coll'aiuto dei reagenti. La struttura intima delle zoospore è di difficile rilievo, Fig. 6 stante la loro piccolezza. A forti ingrandimenti (1300 diam.) ho potuto bensì notare la presenza di un piccolo nucleo amilaceo interno coinvolto intieramente dalla sostanza verde; pare che manchino gli ocelli e le vacuole pulsanti. Tutte le zoospore hanno la stessa forma e pressochè le medesime dimensioni, o tutto al più esistono delle differenze assai lievi, quasi inapprezzabili.

Agendo favorevoli condizioni, il moto delle zoospore si continua poco più di un'ora. Disseminate un buon numero di esse in una piccola gocciola d'acqua, molte si erano arrestate sui margini di essa, palesando, sebbene debolmente, un certo grado di sensibilità alla luce. Nelle condizioni naturali le zoospore si arrestano in contatto al tallo della *Lyngbya*.

Fig. 7. La germinazione loro compiesi immediatamente, senza che sia necessario un certo periodo di riposo. Durante la germinazione s'accrescono insensibilmente di volume, assumendo una forma esattamente sferica. In questo stadio spicca distinta la membrana, e nell'interno, ordinariamente un po' spostato dal centro, scorgesi marcatissimo un nucleo amilaceo sferico.

Nelle mie colture, dette cellule, dopo una settimana avevano raggiunto un diametro di 8 micromillimetri, conservando sempre la primitiva forma sferica. In questo stadio esse costituivano un denso strato d'aspetto protococcaceo, anche visibile ad occhio nudo pel suo colorito verde intenso. Distintissima risaltava la membrana di esse ed avente eguale spessore in tutta la sua estensione. Seguendo lo sviluppo di tali elementi notasi che l'aumento in volume loro è continuo ed omogeneo,

in modo che le cellule conservano perfettamente la stessa forma sferica originaria. La membrana spicca sempre più distinta colorandosi in intenso violetto per azione del jodio. Il contenuto è finamente granuloso, la clorofilla essendo differenziata in minutissimi e frequenti corpuscoli. Il nucleo occupa il centro della cellula, ma investito dalla sostanza verde, non rendesi visibile senza lo impiego di reagenti. Lateralmente invece spicca distintissimo un grosso nucleo amilaceo cavo di forma sferoidale.

Tav. VII. Fig. 8-9.

Raggiunto un diametro di 30 a 40 micr. le cellule si accingono a nuove fasi di sviluppo, le quali vengono preannunziate dalla completa dissoluzione del nucleo amilaceo; il contenuto prende allora un'apparenza più omogenea e ben tosto simultaneamente si divide in un numero grandissimo di porzioncelle poliedriche mutuamente prementisi colle facce piane. Contemporaneamente la parete cellulare subisce una lenta e totale liquefazione rendendosi gradatamente sempre più tenue e trasparente. Intanto le masse protoplasmatiche si arrotondano è si differenziano in piccole cellule sferoidali, le quali restano alcun tempo accalcate in cumoli globosi fin tanto che non sia avvenuta la completa deliquescenza della membrana cellulare. Allora le nuove cellule figlie si disperdono sul substrato.

Fig. 10-12.

Gli elementi nuovi generati s'ingrandiscono ben tosto a grado a grado, conservando tutti gli stessi caratteri della cellula madre. Spiccatissimo risalta il nucleo amilaceo quasi laterale, distinta è la parete, egualmente n'è costituito il contenuto. Raggiunto presso a poco lo stesso volume della cellula madre, si svolgono nuovamente, mediante identico processo di moltiplicazione vegetativa, in altri simili elementi. Questo modo di sviluppo si ripete poi indefinitivamente e ne nascono estesi cumoli di elementi protococcoidei, i quali possono formarsi tanto all'interno quanto allo esterno delle colonie di *Lyngbya*, secondo la originaria ubicazione delle cellule iniziali. A volte la presenza di cellule vegetative di *Kentr. Facciolaæ* all' interno delle compatte colonie di *Lyngbya* dipende dal fatto che i fili di quest' ultima alga crescendo ed espandendosi sul substrato, sono venuti in contatto cogli elementi protococcoidei della *Kentrosphæra* avviluppandoli e trascinandoli con sè.

Lo sviluppo vegetativo della *K. Facciolaæ* continuasi indefinitamente

Tav. VII. secondo il modo sopradescritto. Nelle mie culture, verso la fine della primavera, talune cellule però accennavano ad importanti cambiamenti. La formazione di nuovi elementi vegetativi già effettuavasi con una certa lentezza: parecchie cellule erano rimaste perfettamente inattive trasformandosi più tardi a poco a poco in zoosporangi ibernanti.

Fig. 13 Sì fatta trasformazione, iniziata in primavera, si compie ad estate inoltrata. Durante tal processo, il volume delle cellule insensibilmente si accresce; sovente manifestasi anche un leggiero cambiamento nella forma. Nello stesso tempo aumenta lo spessore della membrana cellulare, mentre da un lato comincia a costituirsi quella speciale sporgenza cellulosica che è caratteristica degli zoosporangi maturi. L'inspessimento della parete è seguito dalla formazione di stratificazioni, le quali rendono alla membrana un'apparenza lamellosa. Il contenuto prende un aspetto più omogeneo, un colorito meno carico e le granulazioni, allontanandosi dal centro lasciano visibile, a mo' di ampia areola scolorata, il nucleo nella sua normale posizione. Ben tosto sparisce il nucleo amilaceo, la clorofilla lentamente si aggrega in fascie radianti parietali; la trasformazione in grossi zoosporangi ibernanti può dirsi compiuta. Essi restano dispersi in mezzo agli altri elementi protococcoidei, già pronti a subire analoghi cambiamenti. Lo sviluppo loro segue trascorso il periodo estivo, durante il quale essi soggiacciono immutati alla secchezza, assumendo lentamente un colorito rosso più o meno carico. Normalmente e nelle condizioni naturali gli zoosporangi riprendono in autunno le loro attività, e svolgonsi verso quell'epoca in germi mobili secondo il modo sopra descritto. Eccezionali condizioni dell'ambiente possono tuttavia abbreviare il periodo d'ibernazione, il che succede spesso nelle colture.

Ignoro se lo sviluppo ulteriore della *K. Facciolaæ* presenti altre modalità differenti da quelle già esposte. A me è parso che colla produzione di zoosporangi ibernanti si compia il ciclo di esistenza di questo organismo e che il solo mezzo di moltiplicazione che la pianta possieda è quello per via agamica. Del resto se evvi qualche lacuna da colmare n'è riservato il giudizio allo avvenire della scienza.

Non appena ultimate le ricerche sulla precedente specie, mi si porse la occasione di rinvenire una seconda forma spettante pur essa

allo stesso genere, la quale cresceva copiosamente associata alla *Oscillaria limosa* in una palude presso la spiaggia di Messina. Ho voluto indicarla col nome di *K. minor* per la sua relativa piccolezza in confronto alla *K. Facciolaæ*. Tav. VII.

Le più grosse cellule zoosporifere della *K. minor* sono ellissoidi e raggiungono appena 35 micr. in lunghezza su 10-12 micr. di larghezza. La membrana è spessa tutto al più 1,8-2 micr.; essa è finamente stratificata, manca degli interni processi conici di cellulosa descritti nella precedente specie; l'esterna callosità è invece pronunziatissima, lunga persino 8 micr. su 3, 5 di larghezza, diritta e posta all'estremità della cellula. La tintura di jodio rende alla membrana una debole colorazione azzurrognola. Il contenuto è ripieno di minutissime granulazioni verdastre associate ad una sostanza giallastra. In mezzo scorgesi un grosso nucleo protoplasmatico; manca invece ogni traccia di globulo amilaceo, nè la clorofilla si rinviene differenziata in nastri raggianti parietali, com'era il caso della specie precedente. Fig. 14.

Le zoospore della *K. minor* derivano per simultanea divisione del contenuto in 8-32 parti, le quali, a processo compiuto, vengono messe in libertà attraverso un foro praticato nella parete dello zoosporangio. Il numero diverso delle zoospore dipende dalla grandezza differente dei zoosporangi. Esse sono ovali od ellissoidi, d'un verde pallido, un po' più grandi di quelle della precedente specie, misurando da 4 a 6 micr. in lunghezza; muovonsi per mezzo di due cigli e contengono un nucleo amilaceo. Del resto non esiste alcuna traccia di ocelli, nè facile riesce accertarsi della presenza di vacuole pulsanti. Come le zoospore della *K. Facciolaæ*, esse si svolgono soltanto agamicamente. Cessato il movimento, si rivestono di una membrana più spessa e senza punto sformarsi gradatamente aumentano di volume; ingrandisce parimenti e rendesi più distinto il nucleo amilaceo; il contenuto diviene più densamente granelloso. Raggiunta una lunghezza di 12-22 micr., per simultanea divisione, hanno origine 4-12 nuovi elementi, i quali a poco a poco rivestono tutti i caratteri della cellula madre. La parete di questa intanto si discioglie e le nuove cellule rimangono libere. Ben tosto esse tornano a moltiplicarsi nella stessa maniera precedente e questo processo si ripete poi indefinitamente. In ultimo, come nel caso della *K. Facciolaæ*, comincia la trasformazione di tali elementi in zoosporangi Fig. 15. Fig. 16-19.

TAV. VII. e l'organismo perviene a quella fase, che è stata il punto di partenza dei fenomeni descritti.

Non dirò altro dello sviluppo di tale specie; questo poco ci basta per comprendere quali intime omologie legano ambo le forme. Sicchè il genere *Kentrosphæra* rimane nettamente delineato da costanti caratteri, i quali sono sufficienti a giustificarne la sua sistematica entità.

Ammettendo colla più parte degli Algologi la distinzione delle Protococcoidee a cellule vegetative immobili in Protococcacee e Palmellacee, secondo che la pianta moltiplicasi per soli germi mobili o per semplice divisione vegetativa alternantesi colla produzione di zoospore, il genere *Kentrosphæra* troverebbe un posto naturalissimo tra quest' ultima famiglia. Da tutti i fin qui noti rappresentanti di tale gruppo esso differirebbe per l'assenza di integumenti gelatinosi, per il particolar modo di divisione cellulare e per la pronunciata differenziazione delle cellule madri delle zoospore. Le specie di *Kentrosphæra* anderebbero poi controdistinte da singolarissime condizioni biologiche, poichè, come si disse, esse crescono normalmente associate e disperse fra mezzo alle colonie di varie Oscillariacee. Ivi annidansi presso a poco come un *Chlorochytrium*, un'*Endosphæra* ecc., nel corpo di una *Lemna*, di un *Potamogeton*; ma talvolta scioltesi le colonie ambienti, esse spargonsi libere sul substratum passando per le fasi di un autonomo sviluppo. Se questo modo di esistenza non riveste veramente tutti i caratteri di una vera simbiosi, parmi però un fatto degno di considerazione, il cui significato ci potrebbe ricondurre a possibili apprezzamenti sulla primitiva forma di quelle stabili associazioni tra Alghe ed altri organismi, le quali da pochi anni in qua hanno meritato tutta l'attenzione dei botanici. Sicchè esaminate da questo punto di vista; le specie di *Kentrosphæra* presentano qualche lontana analogia coi *Chlorochytrium*, *Phyllobium*, colle *Endosphæra* e *Scotinosphæra*, forme di Protococcacee endofitiche le quali sono state tanto egregiamente illustrate dal Klebs (1). L'analogia è poi maggiore se si tien conto della forma e della costituzione dei zoosporangi. Sovente infatti presso le cellule zoosporifere di tali generi la clorofilla è differenziata in cordoni parietali ed esiste parimenti allo

(1) *Beiträge zur Kenntniss niederer Algenformen*, nella *Bot. Zeit.* 1881, pagine 249-336, tav. III-IV.

esterno alla parete una valida appendice di cellulosa. La rassomiglianza di una cellula di *Scotinosphæra paradoxa* cogli zoosporangi ibernanti di *Kentrosphæra* è in particolare grandissima. Se non che tutte coteste forme, moltiplicandosi per sole zoospore, sono state dal Klebs riferite alle Protococcacee. La nostra conoscenza sulla vita della Clorofìcee unicellulari sono però tuttora molto imperfette; senza tema di esagerare può dirsi che una gran parte dei gruppi che vi si riferiscono sono del tutto provvisorî. Segnatamente, io credo, le Protococcacee e le Palmellacee sono destinate ad esser fuse in un solo gruppo. Escludendo in fatti dalle Protococcacee un buon numero di forme che, dopo le recenti indagini, vanno ritenute quali stadî di sviluppo di Confervoidee, ben pochi generi rimangono, i quali esaminati attraverso le diverse fasi di loro esistenza non presentino delle manifestissime identità con forme già considerate come autonomi tipi di Palmellacee. Citerò per ora a mo' di esempio i *Pediastrum*, gli *Scenedesmus*, gli *Ophiocytium*, organismi tutti, i quali, secondo le mie osservazioni, sono suscettivi di ridursi allo stato di *Palmella*. Lo stesso dicasi di altre Protococcacee, tali i *Characium* e gli *Hydrocytium* stando alle ricerche del Reinhardt (1). Sicchè è a prevedersi che il numero delle vere Protococcacee diverrà sempre più limitato e che non sarà lontano il tempo di poter proporre la fusione delle due cennate famiglie in un solo gruppo, restando quella denominazione tutto al più ad indicare stadî di fruttificazione di Clorofìcee unicellulari o di differenti altre Alghe.

---

(1) *Protoc. der Sectionssitz. der V. Vers. russ. Naturf. und Aerzte in Warschau*, 1876.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VII.

KENTROSPHÆRA FACCIOLAÆ, Bzi.

Fig. *1.* — Zoosporangio ibernante $\left(\frac{350}{1}\right)$.

» *2.* — Lo stesso in istato di vita attiva (id.).

» *3.* — Zoosporangio vuoto per mostrare le interne sporgenze coniche della parete cellulare. (id.).

» *4*-5. — Genesi ed emissioni delle zoospore $\left(\frac{450}{1}\right)$.

» *6.* — Zoospore isolate molto ingrandite $\left(\frac{1000}{1}\right)$.

» *7-9* — Stadî graduali di germinazione delle zoospore $\left(\frac{350}{1}\right)$.

» *10.* — Una cellula protococcoidea derivata dalla germinazione delle zoospore, moltiplicantesi per simultanea divisione del contenuto, dando origine a nuovi elementi protococcoidei (id.).

» *11-12.* — Successivi stadî di svolgimento di questi ultimi (id.).

» *13.* — Due elementi protococcoidei trasformati in zoosporangi (id.).

KENTROSPHÆRA MINOR, Bzi.

Fig. *14.* — Zoosporangio $\left(\frac{350}{1}\right)$.

» *15.* — Il medesimo svolgentesi in zoospore (id.).

» *16-19.* — Successivi stadî di sviluppo delle zoospore in via di germinazione (id.).

HORMOTILA, gen. nov.

Cellulæ vegetativæ sphæricæ, ovatæ, elipsoidæ aut raro oblongæ, contento chlorophyllaceo, granuloso, absque globulo amylaceo, 2-4-8-16 intra integumentum gelatinosum, amplum, plus minus firmum, sæpe concentrice lamellosum, more *Glœocystidis*, in familias globosas aggregatas et stratum late effusum viride-cœrulescens constituentes.

Cellularum divisio ad tres directiones, demum, stadio vegetativo peracto, ad duas vel sæpe ad unicam directionem.

Zoosporangia, isthmo gelatinoso, solido, achroo, magis minus evoluto interposito, in series moniliformes, simplices, aut subdichotome ramosas conjuncta, cellulis vegetativis 2-5plo majora, ovata, in collum plus minus elongatum attenuata, membrana crassa cincta. Zoosporæ 8-pluræ, in singula cellula matricali, contenti simultanea divisione ortæ, minutæ, ovales aut ovato-oblongæ, antice in rostrum hyalinum protractæ, ciliis vibratoriis binis et ocello rubro laterali præditæ, per porum lateralem libere examinantes, sine fœcundatione germinantes.

Multiplicatio sexualis nulla vel ignota.

H. mucigena, *n. sp.* — Diam. cell. veg. 4-12 micr.; zoosporangia usque ad 30 micr. crassa; zoosporæ 1-2,5 micr. latæ et 3-5 micr. longæ.

Habitat in rupibus humidis, ad fontium parietes prope Salice *circa Messanam (Siciliæ).* Oct. 1880.

Questa nuova Palmellacea veniva da me raccolta a pochi chilometri dal Salice nell'autunno del 1880. Essa cresceva copiosa sulle umide

Tav. VIII e I

Tav. VIII e IX

pareti di un acquidotto scavato nella viva roccia e destinato alla irrigazione di agrumeti, coprendone la superficie di uno spesso strato di gelatina verdastra-azzurrognola, analoga alle produzioni mucilaginose di molte Cianoficee. Grazie alla liberalità del mio congiunto sig. Giuseppe Giorgianni, proprietario della località ove rinvenivo la cennata Alga, mi è stato possibile non solo di procurarmi bastevole materiale da studio a varie riprese e in epoche differenti, ma altresì di provvedere alla conservazione ed alla maggiore diffusione di quell'organismo così raro.

Ad un primo esame al microscopio la pianta presenta tutti i caratteri di una *Glœocystis;* anzi per parecchio tempo io la ritenni qualcosa di affine alla *Gl. vesiculosa.* In cotesto stadio le cellule stanno aggregate in estese colonie mediante produzione di abbondante mucilagine differenziata in tegumenti. Lo ampliamento delle colonie è indefinito e compiesi per continuata bipartizione degli elementi, alternandosi i piani di scissione secondo le tre direzioni dello spazio. Più tardi interviene nella vita dell'organismo una seconda fase di sviluppo contraddistinta dalla produzione di cellule zoosporifere disposte in serie lineari moniliformi, le quali si elevano dal substrato componendo degli eleganti cespuglietti a mo' di una piccola Confervoidea. È in questo momento che distintissime risaltano le differenze generiche di questa nuova Palmellacea e che una marcata linea di separazione è possibile di stabilire tra tale alga e le affini *Hauckia* Bzi, *Dimorphococcus* A. Br., ecc. Il nome di *Hormotila* accenna appunto a cotesta condizione caratteristica di sviluppo (1).

Fig 1-3.

Esaminata durante lo stadio vegetativo l'*Hormotila mucigena*, come dicevo, riveste l'apparenza di una *Glœocystis.* Variabilissima è però la consistenza degli integumenti onde sono avviluppate le cellule, in guisa che assumendo essi qualche volta una notevole fluidità, spariscono le loro ordinarie concentriche stratificazioni, confluiscono insieme in unica massa gelatinosa quasi amorfa e la intiera colonia prende tutti i caratteri di una *Palmella.* Talora invece gli stessi inviluppi divengono solidi differenziandosi in validi sostegni inspessiti anularmente come quelli che sono caratteristici al genere *Urococcus.* Questa considerazione

---

(1) Da Ὅρμος, ου, monile; Τιλαί, ῶν, bruscolo.

dimostra quanto sieno indeterminati i limiti che separano queste ed altre forme generiche i cui caratteri differenziali risiedono semplicemente nelle svariate condizioni fisiche degli integumenti gelatinosi delle cellule di sì fatti organismi, mentre pone in rilievo tutta la importanza di ogni ricerca biologica intesa ad illustrare la vita di esseri come questi di cui è parola, così relativamente semplici dal lato morfologico. Ma fatta astrazione di ciò e considerate nelle condizioni le più ordinarie, le cellule vegetative dell'*Hormotila mucigena* costituiscono delle colonie spesso molto voluminose, le quali si stendono sul substrato formandovi una spessa crosta gelatinosa. La tipica lor forma è la sferoide; essa è però soggetta a frequenti variazioni, la più parte delle quali dipendono dalla direzione seguita dai piani di scissione durante la moltiplicazione. Per questa ragione accanto a cellule ovali si riscontrano frequentemente degli elementi ellissoidi od anche bislunghi, e questi a volte più o meno assottigliati alle due estremità assumendo la forma di bastoncino o divenendo quasi aghiformi. Tutte coteste forme si collegano insieme mediante graduali passaggi. In tal modo troviamo nell' *H. mucigena* pienissimo riscontro di un fenomeno recentemente osservato dal Richter (2) nella *Glœocystis vesiculosa* e *rupestris*. Variabilissime sono altresì le dimensioni delle cellule dell'*H. mucigena*: le maggiori raggiungono persino 12 micr. nel massimo loro diametro, le più piccole circa 4 micr. Cotesta diversità dipende dal fatto che la divisione di ogni cellula non è seguita che da lievissimo incremento in volume dei nuovi elementi derivati. Questi vanno sempre più impicciolendosi. Per rimediare allo inconveniente che deriverebbe da cotesta circostanza avviene spesso che i piani di scissione non si alternano regolarmente per parecchie generazioni ed una medesima cellula si divide per un numero indefinito di volte sempre secondo una stessa direzione. In questo caso le cellule tendono a restringere il loro diametro trasversale assumendo una forma allungata.

Tav. VIII-IX

Fig. 3 4

Il contenuto delle cellule è della clorofilla variamente distribuita ed in diverso grado di abbondanza secondo la età e le condizioni diverse di vegetazione delle colonie. Il più delle volte essa trovasi differenziata in radi granuli di differente volume situati senza alcuna

(2) P. Richter, *Zum Formenkreis von Glœocystis*, nella *Edwigia*, 1880, n. 10.

Tav. VIII e IX regolarità all'interno della cellula. Il colorito di tali granulazioni è di un verde molto pallido e sovente all'interno di esse spicca un corpuscolo tondo amilaceo; vi si frammettono pure talora delle gocciolette d'olio. Laddove i granuli di sostanza verde si conservano minutissimi, tutto il lume della cellula assume una colorazione più intensa e quasi omogenea, salvo nel centro ove scorgesi una piccola area circolare scolorata ripiena di un protoplasma molto refringente. Tale regione verosimilmente rappresenta il nucleo proprio alla cellula. Nelle cellule allungate la colorazione verde del contenuto è ancor più intensa e più omogenea, i granuli clorofillacei non sono visibili ed il nucleo occupa una posizione laterale. Altre variazioni nella distribuzione della sostanza verde, come poi si dirà, si manifestano al momento della metamorfosi delle cellule in zoosporangi.

Fig. 4.

Come dissi, le cellule si moltiplicano per successive bipartizioni, alternandosi i piani di divisione secondo le tre direzioni dello spazio. Cotesto processo non ha però sempre luogo con regolare intermittenza, e a volte vengono seguite per parecchie volte due sole direzioni, talora anche una soltanto, tornando poi di nuovo gli elementi a moltiplicarsi nella primitiva maniera. Principalmente lo avvicinarsi dello stadio fruttifero fa sì che lo ampliamento delle colonie si effettui secondo questi due ultimi modi.

Nulla dirò quanto alla formazione degli inviluppi mucilaginosi onde sono cinte le cellule dell'*H. mucigena* durante lo stadio di cui è adesso parola: essi hanno origine invariabilmente nel modo stesso come osservasi nei generi *Glœocystis*, *Glœocapsa*, ecc. Ogni cellula nell'atto di scindersi si cinge di un proprio tegumento mucilaginoso, il quale persiste e lentamente distendesi intorno ai nuovi elementi di cui essa cellula è tosto inizio; e questi alla lor volta si coprono di un nuovo tegumento gelatinoso, formandosi in tal guisa una serie di inviluppi di ordine diverso, secondo l'ordine di nascita delle cellule, alcuni dei quali parziali, cingenti una singula cellula, altri generali abbraccianti gruppi di 2, 4, 8, più elementi. Ogni integumento è di forma sferoide e segue esattamente i contorni delle cellule quando la divisione cellulare ha luogo regolarmente per piani di scissione alternantisi secondo le tre direzioni, e se la normale consistenza molle della massa gelatinosa, costituente l'inviluppo, non ha subito alcun profondo cangiamento.

Venendo meno alcuna di sì fatte condizioni e segnatamente se le cellule assumono per parecchie generazioni la tendenza di scindersi secondo una medesima direzione, gli involucri si allungano allontanando sensibilmente le cellule tra di loro. Questo normalmente osservasi verso la fine del periodo vegetativo e precorre ed è indizio della imminente trasformazione degli elementi in zoosporangi. Essendo variabile la consistenza degli integumenti, altresì variabilissimo lo stato di imbizione delle lamelle, differentissimo è pure il grado di evidenza col quale spiccano le concentriche stratificazioni degli inviluppi medesimi. Nelle figure 1-3 della Tav. VIII sono state rappresentate sì fatte differenti condizioni di organizzazione dei tegumenti.

Tav VIII e 1

Venendo a dire del secondo stadio, è necessario anzi tutto di notare come esso rappresenti una condizione definitiva di esistenza dell'organismo, durante la quale le cellule cessano di svolgersi vegetativamente e a poco a poco si trasformano in elementi generatori di zoospore. D' ordinario le cellule poco prima di raggiungere sì fatto stadio soggiacciono ad un processo di sviluppo ben differente da quello sopraddescritto, il cui risultato è una marcatissima differenziazione morfologica degli elementi costituenti le colonie. Esaminata durante questa nuova fase, l'*Hormotila mucigena* forma dei microscopici cespuglietti di ramuscoli aventi grandissima rassomiglianza coi filamenti di una piccola Confervoidea. Essi sono in fatto costituiti da cellule, disposte in serie e collegate insieme per intermediario di una sorta di braccio gelatinoso più o meno sviluppato in lunghezza. Gli articoli sono tipicamente globoidi, ma sovente quelli più interni, per mutue pressioni subite, divengono presso a poco poliedrici. Il volume di tali cellule supera circa 3-5 volte quello degli elementi vegetativi; ma d' ordinario esse scemano di grandezza gradatamente progredendo verso l'apice di ogni ramuscolo. Nello stesso ordine aumenta in lunghezza l'istmo gelatinoso che si frappone fra due articoli consecutivi. In tal guisa quelli estremi appariscono separati da un notevole intervallo, mentre gl' interni si toccano intimamente senza interposizione di veruna produzione gelatinosa. In tutti i casi i diversi ramuscoli assumono la costituzione di vere serie moniliformi. La disposizione e la direzione che seguono tali serie allo interno dei cespuglietti non è di facile rilievo, stante la grande compattezza

Fig. 7, 8 e 1

Tav. VIII e IX. di questi; soltanto verso la periferia scorgesi come i ramuscoli tendano a sollevarsi dal substrato rivolgendosi verso i punti più esposti alla luce, dividendosi con ordine che parrebbe il dicotomico, come quello che procede da elementi che si moltiplicano per continuata bipartizione. Non si formano però che pochi ordini di ramificazioni la cui direzione è influenzata dalla luce.

Il passaggio dalla forma vegetativa a questo secondo stadio, che si dirà riproduttivo, è normalmente preannunziato dalla lenta dissoluzione degli integumenti gelatinosi involgenti le cellule. Fig. 4, 5 e 9. Queste restano in ultimo perfettamente nude e disperdonsi sul substrato a mo' di elementi protococcoidei. Tutte le cellule vegetative, qualunque sia la forma e le dimensioni loro, sono suscettive di tale sviluppo. Spesso lo appressarsi di questa nuova fase è indicato dalla formazione di integumenti assai tenui, facili a diffluire e a sciogliersi. Se le cellule non isolansi immediatamente, rimangono coinvolte dentro una ganga di trasparentissima ed amorfa gelatina. A volte persiste alcun tempo attorno ad esse qualche traccia de' vecchi tegumenti, specie quando questi presentano una certa consistenza verso lo esterno; allora la liberazione delle cellule segue mediante parziale rottura degli invogli come se avvenisse una sorta di deiscenza.

Fig. 9. Tali cellule, divenute in questa guisa libere, sono destinate a dare origine alle sopraddescritte serie moniliformi. Esse distinguonsi molto facilmente dagli elementi vegetativi non soltanto per la mancanza di invilupni, ma sopra tutto perchè cinte da una membrana un po' più spessa e ben distinta. La clorofilla è inoltre raccolta in dense masse parietali, restando così scoperto nel mezzo un ampio spazio circolare trasparente. Il volume di tali cellule è molto variabile, mentre la forma loro è spesso quella sferica.

La trasformazione di così fatti elementi in serie moniliformi compiesi in due modi: 1° ogni cellula si cinge di un tenue inviluppo gelatinoso, il quale tosto si estende lateralmente e svolgesi in un lungo braccio gelatinoso; 2° la cellula persistendo sempre priva di qualsiasi inviluppo, si divide immediatamente in due nuovi elementi i quali rimangono separati per interposizione di un corto istmo mucilaginoso.

Nel primo caso il contenuto si segrega in minuti e disuguali granuli clorofillacei, i quali si staccano dalla parete e vanno a distribuirsi quasi

omogeneamente nella cavità cellulare. Contemporaneamente la membrana svolge al di fuori da un solo lato, di rado dalle due estremità, una grossa appendice cilindroide di sostanza gelatinosa, la quale sempre più si allunga, sovente curvandosi, fino a raggiungere una notevole estensione. Indi il contenuto si scinde in due distinti elementi, i quali rimangono connessi insieme per intermediario di un nuovo braccio gelatinoso, sovente molto valido. Così procede oltre la costituzione di nuovi articoli. Alternandosi i piani di divisione secondo due o tre direzioni ne derivano delle serie più o meno ramificate.

Tav. VIII e IX

Fig. 6-8.

Il secondo modo di genesi mi è parso più frequente. In tal caso una data cellula si divide trasversalmente in due eguali metà, le quali persistono alcun tempo accostate l'una contro l'altra colle facce piane. Distinta e nettamente definita risalta la lor forma semisferica; poi tendono a poco a poco a divenire rotonde e a scostarsi. In questo momento scorgesi interposto fra i due nuovi elementi una sorta di manubrio od istmo di sostanza gelatinosa, il quale sempre più si allunga allontanando a grado a grado le due cellule. A sviluppo compiuto queste prendono una forma esattamente sferoidale e restano congiunte da un valido cordone di consistente gelatina. Così disposti, tali elementi seguitano a svolgersi nella stessa maniera precedente e per nuove partizioni trasversali derivano tosto quattro cellule situate in serie lineare, le quali si connettono a due a due mediante un braccio di solida mucilagine. La serie si accresce poi rapidamente, aumentandosi il numero degli articoli per continuata partizione trasversale. In tal guisa hanno origine delle serie moniliformi semplici. Essendo variabile la lunghezza e la direzione dei bracci gelatinosi e spesso non simultanea la divisione delle cellule, così pure variabile ed irregolare risulta la direzione e la forma che pigliano le serie.

Fig. 9-10

Spesso accade che qualche cellula della serie cessi di dividersi secondo la direzione seguita fin'allora e che si scinda nel senso perpendicolare. Così ha origine un ramo, il quale si può allungare o dividersi novellamente in altre ramificazioni seguendo il processo sopradescritto. In tutti i casi, fra le cellule interponesi il solito processo di solida gelatina. Tutti i ramuli, che possono prodursi eventualmente, sembrano disposti dicotomicamente; ciò naturalmente dipende dal particolar modo di divisione delle cellule. Essi sono però molto disuguali, irregolarissimi

Tav. VIII e IX. e dalla forma e dal modo di connessione degli articoli riesce facile assicurarsi come siffatte serie non abbiano nulla che fare coi filamenti di una Conferva comunque a volte ne sia grandissima l'analogia. I descritti cespuglietti possono benissimo esser considerati come vere colonie di elementi generatori di zoospore, connessi insieme in serie lineari mediante produzione di consistente gelatina, godendo ogni elemento di una perfetta autonomia. La luce allontanando i ramuscoli dalla direzione loro normale, curvando le serie, rende alle colonie una struttura un po' più complessa.

Lo accrescimento di tal sorta di colonie è limitato dalla trasformazione delle cellule in zoosporangi. Spesso accade che mentre gli articoli di una coroncina si dividono, interviene sì fatta metamorfosi; però dei due elementi derivati dalla scissione di un dato articolo uno cessa di dividersi ulteriormente e tosto cambiasi in zoosporangio, mentre l'altro conserva la facoltà di scindersi nuovamente. Le due cellule figlie, che da quest' ultimo hanno origine, ripetono indi lo stesso modo di sviluppo e così di seguito le altre coppie di cellule generate, fintantochè non sia giunto il momento della completa trasformazione di tutti gli elementi della serie in zoosporangi. Notisi però che, durante questa maniera di formazione e d'incremento delle coroncine, le cellule che conservano la facoltà di moltiplicarsi vegetativamente per semplici partizioni sono quelle della regione apicale dei ramuscoli. In tal modo la genesi dei zoosporangi va considerata come centrifuga ed ogni serie parrebbe fosse dotata d'incremento apicale nello stesso come accrescesi un ifo, o le serie cellulari di talune alghe superiori. La intiera trasformazione di una coroncina in serie di zoosporangi compiesi ad epoca indeterminata della vita di una colonia a sviluppo di *Glœocystis*. Non ho potuto a tal proposito determinare se lo avvicinarsi dell'autunno o di altra stagione, o lo influire di condizioni ambienti diverse dalle normali, possa esercitare qualche azione su tal fenomeno. Il certo è che ambo le rammentate forme persistono e si rivengono contemporaneamente in tutte le stagioni dell'anno sul substrato. La copiosa produzione di gelatina costituisce per le colonie un valido mezzo di preservazione e di difesa contro esterne sfavorevoli influenze.

Un ultimo modo di formazione delle colonie zoosporangifere è quello

che effettuasi senza che si manifestino profondi cambiamenti nello stato e nella forma di aggregazione delle cellule componenti le colonie vegetative. Questo è però un caso molto raro e può, io credo, esser provocato da brusche variazioni ambienti. Le cellule allora persistono incluse nel loro spesso inviluppo gelatinoso; alcune di esse si trasformano direttamente in zoosporangi; altre tendono a scindersi una o poche volte secondo una medesima direzione, oppure cambiano subito direzione, senza spogliarsi del comune inviluppo mucilaginoso e quindi subiscono la medesima trasformazione. Da ciò derivano delle colonie zoosporangifere non aventi alcuna forma determinata e formanti dei complessi assai intrigati ed irregolari, i quali qualche volta si rinvengono dispersi in mezzo alla gelatina delle colonie vegetative. Si fatte formazioni mancano del caratteristico manubrio gelatinoso e i zoosporangi stanno raccolti a gruppi di 4 o di 2 dentro più strati di consistente mucilagine di cui alcuni parziali interni, altri esteriori.

TAV. VIII E IX

Fig. 11

La trasformazione delle cellule in zoosporangi comincia, come dissi, dalle regioni interne delle coroncine e gradatamente procede verso gli articoli dell' apice. Le cellule, durante questo processo, a grado a grado s' ingrandiscono mentre la parete insensibilmente s' ispessisce; il contenuto diviene a poco a poco finamente granelloso, distribuendosi con una certa omogeneità nella cavità cellulare. A completo sviluppo gli zoosporangi sono per lo più ovati od ovato-sferici, da due a cinque volte più grandi delle cellule vegetative, di rado un po' più piccoli. I bracci di gelatina, che servono a connetterli in serie, appariscono un po' più raccorciati per via dell'aumento di volume subito dalle cellule durante le metamorfosi loro in zoosporangi. In conseguenza di ciò, gli zoosporangi più grossi mancano di così fatta produzione gelatinosa o tutto al più questa è ridotta a minime proporzioni. Dall' ordine di genesi dei zoosporangi dipende il fatto che, esaminando ad una data epoca delle colonie zoosporangifere, vi si scorgano cellule generatrici di zoospore in differenti gradi di maturazione e quindi aventi variabilissime dimensioni: i più grossi zoosporangi si troveranno costantemente nello interno; anzi quivi, soggetti a mutue pressioni durante il loro incremento, essi talora appariscono schiacciati da più lati.

Le zoospore si formano per simultanea divisione del contenuto di

Tav VIII e IX. ogni zoosporangio in 8-16-32-64 parti. Questa diversità di numero dipende dalla variabile grandezza dei zoosporangi; i più piccoli dànno origine a sole 8 zoospore, i più grossi a 64 ed anche più. Prima della Fig. 12. completa differenziazione del contenuto in germi mobili, la parete della cellula madre comincia a crescere da un lato sollevandosi a poco a poco in forma di papilla. Il contenuto medesimo prende una struttura più finamente granulosa ed un colorito tendente al giallastro. Le zoospore nascenti sono indicate da minutissime areole più pallide, fittissime e poliedriche. Durante lo sviluppo dei germi l' emergenza laterale si solleva sempre più, assottigliandosi continuamente la parete corrispondente a quella regione e si differenzia a poco a poco in una sorta di collo.

Compiuto lo sviluppo delle zoospore, il contenuto prende una colorazione rossastra dovuta agli ocelli delle zoospore, i quali spiccano attraverso le pareti della cellula madre. I germi sembrano immersi in un liquido trasparentissimo. Il loro moto comincia nello interno dello zoosporangio e si versano a poco a poco nella regione del collo; questo tosto si discioglie all'apice, formandosi una sorta di manica che le zoospore attraversano immantinente rendendosi così libere.

Fig. 13. Le zoospore sono piccolissime e di una estrema delicatezza. La loro struttura non è quindi di facile rilievo. Sono ovato-bislunghe od ovali, assottigliate in rostro, spesso lungo, jalino nella estremità anteriore, un po' ottuse posteriormente. Nell' interno scorgonsi pochi granuli d' un verde pallido e lateralmente un ocello rossigno. Per mezzo dei reagenti rendonsi visibili due esilissime ciglia eguaglianti in lunghezza presso a poco il corpo della zoospora. Esaminate nell' acqua, le zoospore muovonsi con grande vivacità dirigendosi verso i punti più rischiarati. Impedite sovente nel loro moto dalla gelatina delle colonie vegetative si arrestano prestissimo. Se la densità della mucilagine ambiente non è molto grande esse muovonsi ancora alcun tempo lentamente dando luogo a un fenomeno già accennato a proposito delle macrozoospore del *Ctenocladus circinnatus*, il quale prova ancor meglio essere il corpo dei protoplasmi nudi, massime delle zoospore, estremamente contrattile. In Fig. 14. tali condizioni in fatti le zoospore dell'*Hormotila mucigena* si spingono innanzi contraendo ripetutamente il loro corpo, sformandolo profondamente per ripigliar tosto la primitiva configurazione. Il germe par che

faccia degli enormi sforzi per superaro gli ostacoli ambienti e mediante siffatto moto ameboide sovente esso rendesi perfettamente libero dalla gelatina ambiente.

Tav. VIII e I

D'ordinario il moto dura circa 6 ore; prodotto verso le prime ore della giornata, le zoospore passano allo stato di quiete poco prima di mezzogiorno. Malgrado le più accurate ricerche non ho potuto verificare se esse adempiano ad altra funzione all'infuori di quella di germi di moltiplicazione agamica. Pervenute in riposo, germinano trasformandosi tosto in piccole cellule sferoidi. La germinazione presenta questo di caratteristico, che il rostro sparisce e tutto il corpo del germe, da bislungo che era, t.. sformarsi, contraendosi lentamente, in una piccola massa globosa a contorni distinti. Per qualche tempo rimane visibile nell' interno l'ocello rossigno ed un piccolo granulo amilaceo. Gli altri corpuscoli clorofillacei, già esistenti nel corpo della zoospora, verosimilmente vengono disciolti durante la germinazione. Tali cellule s'ingrandiscono poi insensibilmente, aumentando proporzionatamente nel tempo stesso lo spessore della membrana. Lo sviluppo poi continua non interrotto per alcun tempo seguendo per due vie differenti: ora in fatti hanno origine colonie vegetative a sviluppo di *Glœocystis*, ora direttamente sole colonie zoosporangifere.

Fig. 15.

Il primo è probabilmente il caso normale. Le cellule derivate dalla germinazione delle zoospore divengono allora molto grandi, cingendosi di una membrana assai spessa e differenziata in istrati concentrici. I granuli clorofillacei stanno accumulati in maggior copia contro le pareti. Ben tosto il contenuto successivamente si scinde in 2, 4, 8 cellule, mentre la parete diffluisce in mucilagine trasformandosi in una serie di inviluppi parziali involti dentro un comune invoglio. Così generasi una piccola famiglia a sviluppo di *Glœocystis*, il cui ampliamento procede poi rapidamente secondo i modi sopra descritti.

Fig. 16-19

Il secondo caso trovasi rappresentato nella fig. 20 della tav. IX. Probabilmente trattasi di un fenomeno accidentale avendolo io riscontrato poche volte. In tal caso le cellule non s'ingrandiscono gran fatto e rimaste piccole si dividono tosto trasformandosi in corte coroncine. Queste non sono poi suscettive di raggiungere uno sviluppo completo, come ho potuto verificare, il che conferma la mia supposizione quanto alla poca o veruna importanza di questa forma di sviluppo.

Tav. VIII e IX. Poco mi resta da dire intorno alla posizione sistematica ed alle affinità del genere *Hormotila*. Evidentemente trattasi di una nuova Palmellacea. Adottando gli aggruppamenti proposti dal Kirchner (3) quest' Alga anderebbe collocata fra le *Palmellaceae Stipitatae*. E di certo, nelle condizioni presenti della Sistematica delle Alghe inferiori, nessun'altra posizione, sembra, le possa convenire, sebbene quel gruppo, parmi, includa qualche volta degli elementi assai eterogenei (4). Comunque sia, evidenti affinità legano l'*Hormotila* all'*Hauckia insularis* Bzì (5). Questa pianta forma delle colonie vegetative aventi la struttura di una *Glœocystis*, i cui elementi si compongono più tardi in serie, trasformandosi in zoosporangi. La disposizione ed il modo di deiscenza di questi, la forma ed il modo di sviluppo delle zoospore, costituiscono le sole differenze capitali fra questi due generi. Del resto il contenuto cellulare presenta in ambedue questi generi delle grandi

---

(3) *Op. cit.*, pag. 105.

(4) Citerò a mo' di esempio il *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* Näg. (Gattung. einzell. Algen, Zürich 1849, p. 72-74, Tav. II, E.). Con ogni probabilità questa pianta è molto più affine al *Physocytium confervicola*, da me descritto nelle precedenti pagine, anzichè ad altre forme del riferito gruppo. La formazione di tenui stipiti, filiformi, gelatinosi, che vi è caratteristica, non basta che ad indicarci alcune prossime analogie che corrono tra le forme di cui è parola. Tutte coteste pecularietà, determinanti l'associazione di individui unicellulari e la costituzione loro in colonie, hanno, siccome io credo, un' importanza ben secondaria nella determinazione del valore tassinomico di date forme spettanti alle Palmellacee, mentre è indispensabile in simili casi di rivolgere con preferenza la nostra atttenzione alla struttura intima delle cellule e allo sviluppo cui queste vanno soggette. La produzione di esterni invogli gelatinosi è un fenomeno frequentissimo in esseri come questi, dove tutta la esistenza si compendia nell'attività propria all'unico elemento istologico onde si compone l'organismo, e rappresenta una speciale forma di adattamento alle condizioni ambienti, una provvida disposizione di resistenza dell'individuo contro gli svantaggi del suo isolamento e dell'estrema piccolezza del suo corpo. Sgraziatamente lo sviluppo del *Dictyosphaerium Ehrenbergianum*, e' è finora in gran parte ignoto. Quanto alle cellule è possibile per altro affermare essere esse intimamente costituite come quelle di una Volvocinea, almeno a dedurlo dalla distribuzione della sostanza verde, dalla presenza di un grosso nucleo amilaceo e di vacuole pulsanti nel loro interno.

(5) A. Borzì, *Hauckia insularis*, nuova Palmellacea dell'Isola di Favignana, nel *Nuovo Giornale botanico italiano*, vol. XII, 1880, n. 4.

rassomiglianze. Forse alcuni altri punti di contatto esistono fra la *Hormotila* ed il *Dimorphococcus lunatus* A. Br. od altre forme di Palmellacee a cellule fruttifere sorrette da stipiti gelatinosi consistenti. Il *Mischococcus confervicola* Näg., che io già indicavo molto intimo all'*Hauckia*, non ha nulla di affine nè con questa pianta nè colla stessa *Hormotila;* probabilmente trattasi di un organismo da cancellarsi dal novero delle Palmellacee, come poi dirò rappresentando esso lo stadio di sviluppo di qualche Confervoidea.

Tav. VIII e IX

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE VIII E IX.

Fig. *1.* — Porzione di una colonia a sviluppo di *Glœocystis*; gl' integumenti possiedono la ordinaria consistenza gelatinosa; nell'interno delle cellule la clorofilla è differenziata in granuli, di cui alcuni sono manifestamente amilacei $\left(\frac{650}{1}\right)$.

» *2.* — La precedente ad integumenti molto consistenti, anularmente inspessiti e differenziati in grossi stipiti a mo' di *Urococcus* (id).

» *3.* — Piccola colonia vegetativa ad integumenti parziali sciolti, con cellule elissoidi (id.).

» *4.* — Cellule vegetative assai allungate, divenute libere per completa soluzione degli integumenti e moltiplicantisi per longitudinali divisioni (id.).

» *5.* — Le medesime dividentisi trasversalmente (id.).

» *6.* — Diversi gradi di trasformazione delle cellule vegetative in colonie zoosporangifere: la differenziazione dello inviluppo in stipiti suole, nel caso indicato, precedere la divisione del contenuto della relativa cellula (id.).

Fig. *7.* — Giovine colonia zoosporangifera derivata dal precedente processo $\left(\frac{650}{1}\right)$.

» *8.* — Colonia zoosporangifera adulta, a sviluppo non ancora perfettamente compiuto (id.).

» *9.* — Cellule vegetative sferoidali, libere, prive d' inviluppi destinate e trasformarsi in colonie zoosporangifere (id.).

» *10.* — Le medesime in via di sviluppo; in ciascuna cellula la differenziazione degl' inviluppi in stipite gelatinoso segue appena compiuta la divisione del contenuto della cellula stessa (id.).

» *11.* — Due zoosporangi contigui appartenenti alla regione più vecchia di una colonia fruttifera (id.).

» *12.* — Porzione di una colonia zoosporangifera a cellule in diverso grado di riproduzione per zoospore (id.).

» *13.* — Zoospore libere molto ingrandite $\left(\frac{1320}{1}\right)$.

» *14.* — Le precedenti dodati di moto lentissimo, ameboide (id.).

» *15.* — Primi stadî di germinazione delle zoospore $\left(\frac{650}{1}\right)$.

» *16-18.* — Stadî successivi di germinazione delle precedenti; in una delle figure, le zoospore impedite di allontanarsi dalle cellule madri loro, si sono svolte in prossimità di queste (id.).

» *19.* — Stadio di sviluppo definitivo delle zoospore germinanti; dagli elementi rappresentati nella figura, avranno origine nuove colonie a sviluppo di *Glœocystis* (id.).

» *20.* — Colonie zoosporangifere in corso di formazione, derivate direttamente dalla germinazione di zoospore (id.).

AGGIUNTE

Parecchie difficoltá incontrate nella esecuzione delle Tavole hanno di gran lunga ritardato la pubblicazione di questo primo fascicolo, rendendo inevitabili talune imperfezioni, nonostante il grave dispendio subito. Durante questo tempo trascorso mi si è presentata di quando in quando l'occasione di ritornare sulla traccia delle precedenti ricerche, di controllarne i risultati con nuove indagini, riempendo qua e là qualche lacuna rimasta nei primi miei studî. Limitando quindi la mole del lavoro alle poche pagine che precedono, parmi conveniente di riferire qui in ultimo questi nuovi risultati, i quali completano in gran parte le esposte cognizioni sulla Biologia di alcune forme studiate.

Riferendomi primieramente a quanto dissi intorno alla sessualità della *Ulva Lactuca*, le nuove ricerche confermano pienamente i precedenti studî. Nell'*Ulva Grevillei* Le Jol., che ebbi occasione di studiare nello scorso anno da materiale raccolto sulle coste della vicina Calabria, le zoospore si comportano da veri plasmidi sessuati, mancando assolutamente della facoltà di svolgersi in via agamica: la copulazione è quindi anche in questo caso una condizione esclusivamente indispensabile alla conservazione dell' organismo. Lo stesso non potrebbe dirsi quanto allo sviluppo di una forma, che con molta probabilità va ritenuta

affinissima od identica alla *U. crispata* del Bertoloni (*Amoen. ital.* p. 83). Quivi una gran parte di zoospore si accoppiano e trasformansi in zigospore, le quali germinano tosto come gli omonimi germi della *U. Lactuca;* le altre, rimaste infeconde, conservano la facoltà di svolgersi, trasformandosi direttamente in brevissime serie ifiche, aderenti alla roccia colla base conformata a mo' di rizina e costituite da un semplice ordine di cellule. Nelle mie culture dalla germinazione di cotesta sorta di zoospore non si sono formate che piante esili, dotate di uno sviluppo in apparenza stentato, lentissimo, aventi una costituzione ben differente e semplicissime in confronto alle giovani piantine della medesima specie, ottenute nelle medesime condizioni di cultura e nello stesso tempo dalle zigospore germinanti. In questo caso nei primi stadî della germinazione, accresciutosi il volume del germe, differenziatasi la base in rizina, seguiva tosto la lenta e graduale dissoluzione del corpo germinante in cellule distinte, suscettive di autonomo sviluppo a mo' di gemme staccate dal corpo materno. Seguendo le medesime leggi indicate trattando dello svolgimento dei germi sessuati dell'*U. Lactuca,* siffatte cellule davano origine nel corso di circa due mesi a giovani piantine aventi una costituzione del tutto normale.

La conclusione, che potremmo trarre da coteste ricerche, basteranno probabilmente a porre in rilievo tutta l'importanza della sessualità, di fronte alla moltiplicazione agamica presso il genere *Ulva.* Non sarà forse inverosimile ammettere come in quelle specie, dove la differenziazione sessuale non si è punto manifestata in maniera assoluta ed esclusiva dal lato fisiologico e i germi mobili sono altresì suscettivi, per mancata copulazione, di svolgersi in via agamica, quest' ultima forma di moltiplicazione rappresenti una condizione impossibile alla conservazione dell' organismo attraverso un grande numero di generazioni, rendendosi indispensabile in tal caso che lo sviluppo venga rinnovato per via sessuale e quasi rinvigorito dalla fusione di due distinti plasmidi.

Gettando poi uno sguardo alle forme differenti, rappresentanti la piccola famiglia delle Ulvacee, considerate dal punto di vista del loro sviluppo, giusta le cognizioni finora acquisite, riesce agevole classificarle in tre gruppi secondo il modo e la forma di moltiplicazione lor propria. Avremo cioè:

1° Specie a sviluppo esclusivamente agamico: *Monostroma Wittrockii*, Born.

2° Specie a sviluppo sessuale ed agamico contemporaneo: *Ulva crispata*, Bert.

3° Specie a sviluppo esclusivamente sessuale: *Monostroma bullosum* Ktz, *Enteromorpha compressa* L., *E. clathrata* L., *Ulva Lactuca* L., *U. Grevillei* Le Jol.

In tutti i casi indicati i plasmidi, tanto agamici come sessuati, sono identici nella forma e nelle dimensioni loro. Le sole differenze si riferiscono alle loro proprietà fisiologiche. Tali considerazioni possono gettare molta luce allo importante problema della sessualità, indicandoci per quali modi e per quali vie si sia essa gradualmente e progressivamente stabilita nel corso della evoluzione organica.

Durante la stampa di questo fascicolo mi si porgeva la occasione di rinvenire una seconda forma del genere *Ctenocladus* e di studiarne lo sviluppo. Essa cresceva copiosa sulle mura di un vecchio acquidotto nelle vicinanze della città, preferendo le screpolature e tutte le parti della parete prive d'intonaco. Le osservazioni estese a questa nuova specie completano in gran parte le esposte notizie sul genere *Ctenocladus*, epperò, parmi, valga la pena spendere qualche parola sui risultati di tali ricerche.

Distinguerò questa nuova specie col nome di *Cl. fastigiatus* per allusione alla caratteristica disposizione delle estreme ramificazioni dei filamenti macrozoosporiferi. L'alga si estende a mo' di crosta sottile a superficie finamente verrucosa, colorata in un bel verde intenso e di notevole compattezza. Questa è poi d'ordinario accresciuta da un leggiero deposito calcareo dovuto all'acqua fluente dalle pareti sovrapposte. Lo spessore massimo di tali incrostazioni non supera i 2 mm. Esse sono costituite da un sistema di filamenti delicati, irregolari, diffusi e serpeggianti sul substrato, tramezzati tratto tratto a grandi e disuguali distanze. Si fatte cellule contengono da principio scarsa clorofilla, raccolta in unica fascia parietale, situata verso il mezzo ed includente un grosso e distinto nucleo amilaceo; indi vuotansi e costituiscono delle serie perfettamente scolorate a mo' degli ifi di un fungo. L'analogia è

grandissima stante la delicatezza e trasparenza delle membrane cellulari.

Cotesto sistema di filamenti presenta in origine ramificazioni assai scarse e prodotte in apparenza senza alcuna norma; indi le divisioni divengono a grado a grado più frequenti; intanto i fili si allontanano a poco a poco dal substrato e i ramuli tendono a disporsi unilateralmente per assumere infine una direzione verticale. Ogni cellula dà allora origine ad un nuovo ramo, e tutti i ramuli, inseriti sopra uno stesso lato del filamento di ordine precedente, si rivolgono all' insù crescendo ritti ed accalcati densamente gli uni sugli altri per raggiungere la stessa altezza. Ne derivano in tal modo folti ed estesi cespuglietti coi rami copiosi e regolarmente fastigiati. Le cellule stesse di questa ultima regione rivestono caratteri del tutto particolari; esse sono divenute a poco a poco più corte, superando raramente la lunghezza loro del doppio il diametro trasversale. Contengono abbondante clorofilla, la quale occupa interamente la cavità, differenziandosi in granulazioni frequenti, fra le quali spicca un grosso corpuscolo amilaceo, quasi globoide. I contorni delle cellule assumono sempre più una certa regolarità ed una forma determinata; le strozzature, indicanti i punti di connessione di articoli contigui, a poco a poco si rendono meno marcate, a misura che ci si accosta alla estrema regione della fronda. Quivi infine gli articoli appariscono cilindrici.

La trasformazione delle cellule apicali in macrosporangi mette un termine all' aumento vegetativo della fronda. Le macrozoospore nascono per successiva divisione del contenuto dei zoosporangi e ne derivano d' ordinario 8 da ogni cellula siffatta. L' uscita delle macrozoospore ha luogo prontamente per completa dissoluzione della regione apicale dello zoosporangio. I germi rassomigliano moltissimo a quelli del *Ct. circinnatus*, salvo che sono un po' più piccoli. Del resto subiscono pure le medesime fasi di sviluppo.

Compiuta la evacuazione dei macrozoosporangi, i filamenti danno luogo ad un nuovo modo di svolgimento. I ramuli seguitano ad allungarsi, producendo articoli sempre più corti. Questi assumono a poco a poco una forma globosa e costituiscono delle serie moniliformi. Tali cellule inspessiscono a grado a grado la loro parete, si riempiono di grosse e fitte granulazioni clorofillacee e l' una dopo l' altra, secondo

l'ordine loro di nascita, si staccano e si sperdono sul substrato. In tal modo hanno origine dei cumoli di elementi protococcoidei. Si fatta trasformazione si estende rapidamente a tutti gli elementi di una fronda e solamente i filamenti primordiali ipofleodici, scarsi di clorofilla, delicati, ad articoli lunghissimi vi sono esclusi; i quali bentosto si disfanno.

Lo sviluppo ulteriore di tali elementi segue però per due vie differenti: alcuni persistono inalterati lungo tempo allo stato di zoosporangi; altri si scindono successivamente in 2, 4, 6, 8 ecc. parti, le quali divengono altrettante cellule protococcoidee contenenti un plasma clorofillaceo, densamente granelloso, provvisto di nucleo amilaceo e cinto da una membrana di mediocre spessore. Tali elementi divengono ben presto cellule generatrici di microzoospore suscettive di dar luogo ad infinite generazioni di nuovi elementi protococcoidei, oppure, influendo favorevoli condizioni, svolgonsi in delicati filamenti, rinnovando così le frondi per via agamica. Uno stadio palmellaceo contraddistinto da notevole gelificazione delle membrane cellulari, siccome abbiamo notato nel *Ct. circinnatus*, manca a questa seconda specie. Del resto ambo le forme convengono perfettamente nei loro caratteri fondamentali relativi allo sviluppo ed alla organizzazione. Un po' più piccoli appariscono i germi mobili del *Ct. fastigiatus*, confrontati con quelli della precedente specie. Lo stesso dicasi dei zoosporangi. I microzoosporangi stessi di questa ultima specie sono costantemente solitari all'apice dei ramuli, mentre questi nascono diritti, comunque tutti situati lungo uno stesso lato del filamento d'ordine precedente.

Tali sono le principali differenze che corrono tra le due specie descritte, le quali possonsi brevemente riassumere colle frasi seguenti:

Ct. circinnatus, Bzì — Ramelluli apicales eleganter circinnato-cymosi. Macroz. lat. ad 7 micr.; microz. 2-3 micr. crassae.

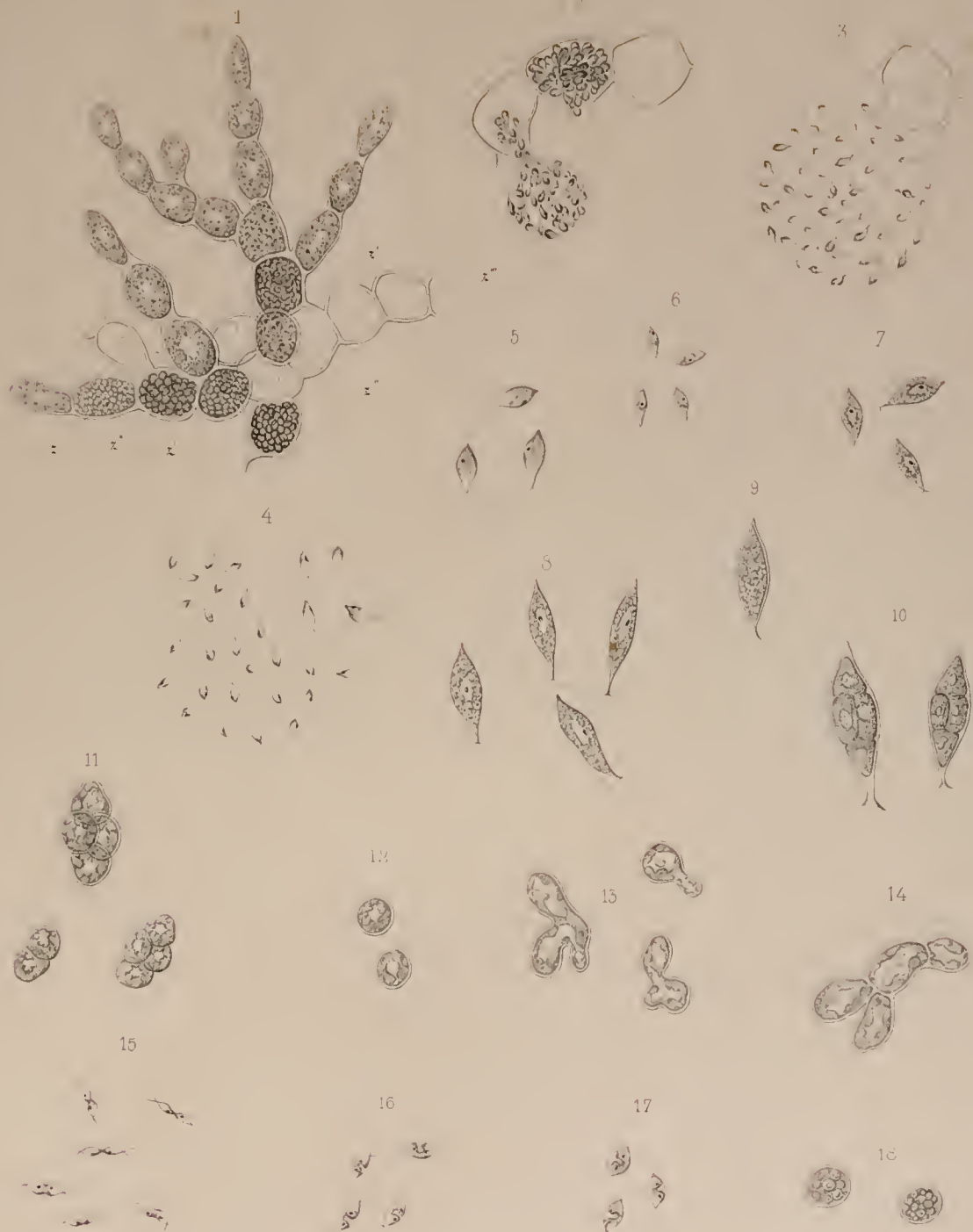
In stagnis submarinis Siciliae (Messanæ).

Ct. fastigiatus, Bzì — Ramuli et ramelluli apicales erecti, stricti, fastigiato-aggregati. Macroz. et micr. paullo minores.

In aquis dulcibus, praecipue copiose ad parietes vetusti aquaeductus, apud Messana (Siciliæ).

INDICE DEL PRIMO FASCICOLO

Auct. ad nat. del. Lit. Laue, Berlin.

ULVA LACTUCA (Linn.)

Auct. ad nat. del. *C. Galeani incise*

LEPTOSIRA MEDICIANA, Borzi

Auct. ad nat. del.

Lit. Laue, Berlin

CTENOCLADUS CIRCINNATUS Borzì

Auct. ad nat. del.

Lit. Laue, Berlin

CTENOCLADUS CIRCINNATUS Borzi.

CLADOPHORA, Ktz.

1

a

m

m

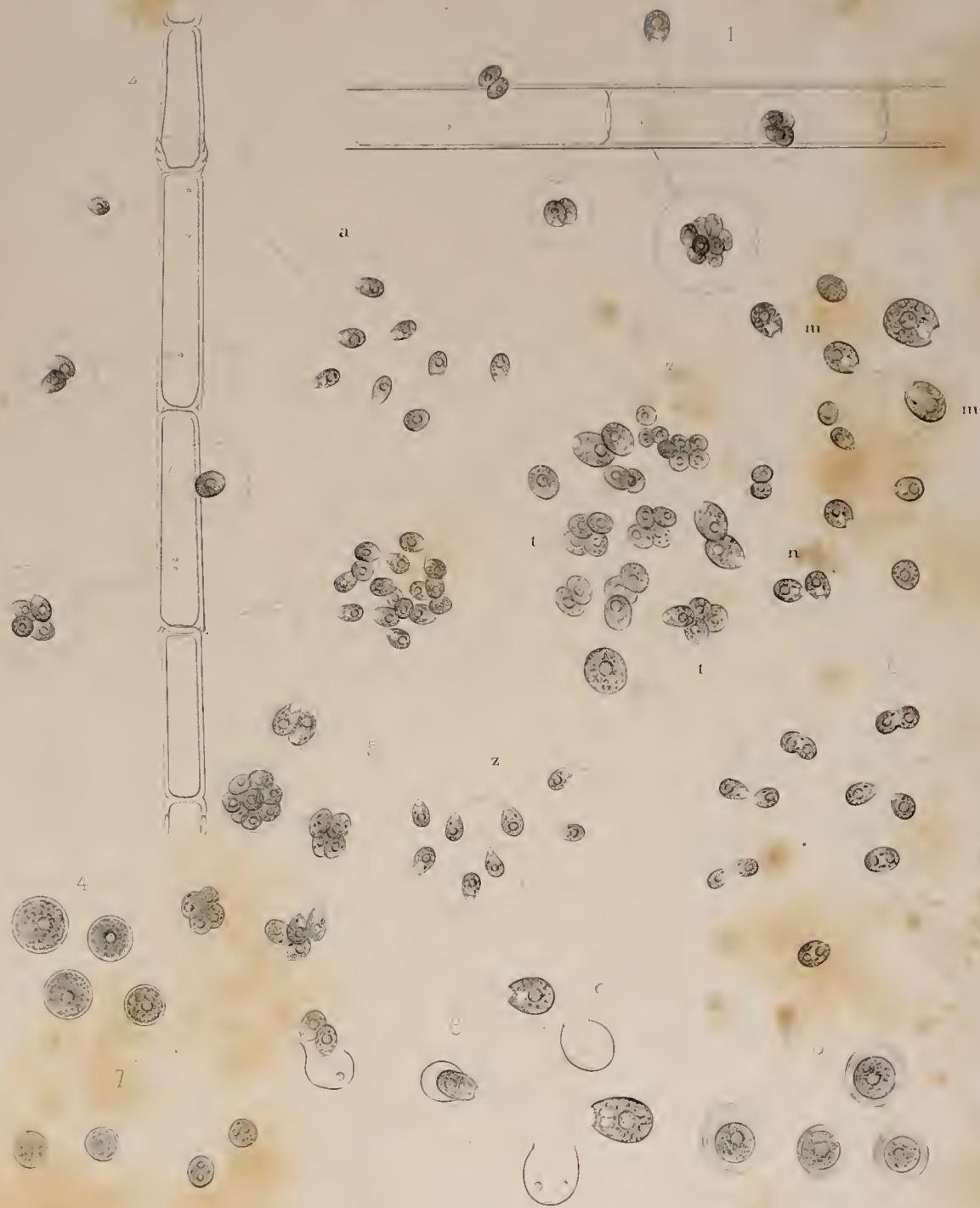
t

n

t

z

4

7

Auct ad nat del.

C.Galeani incise

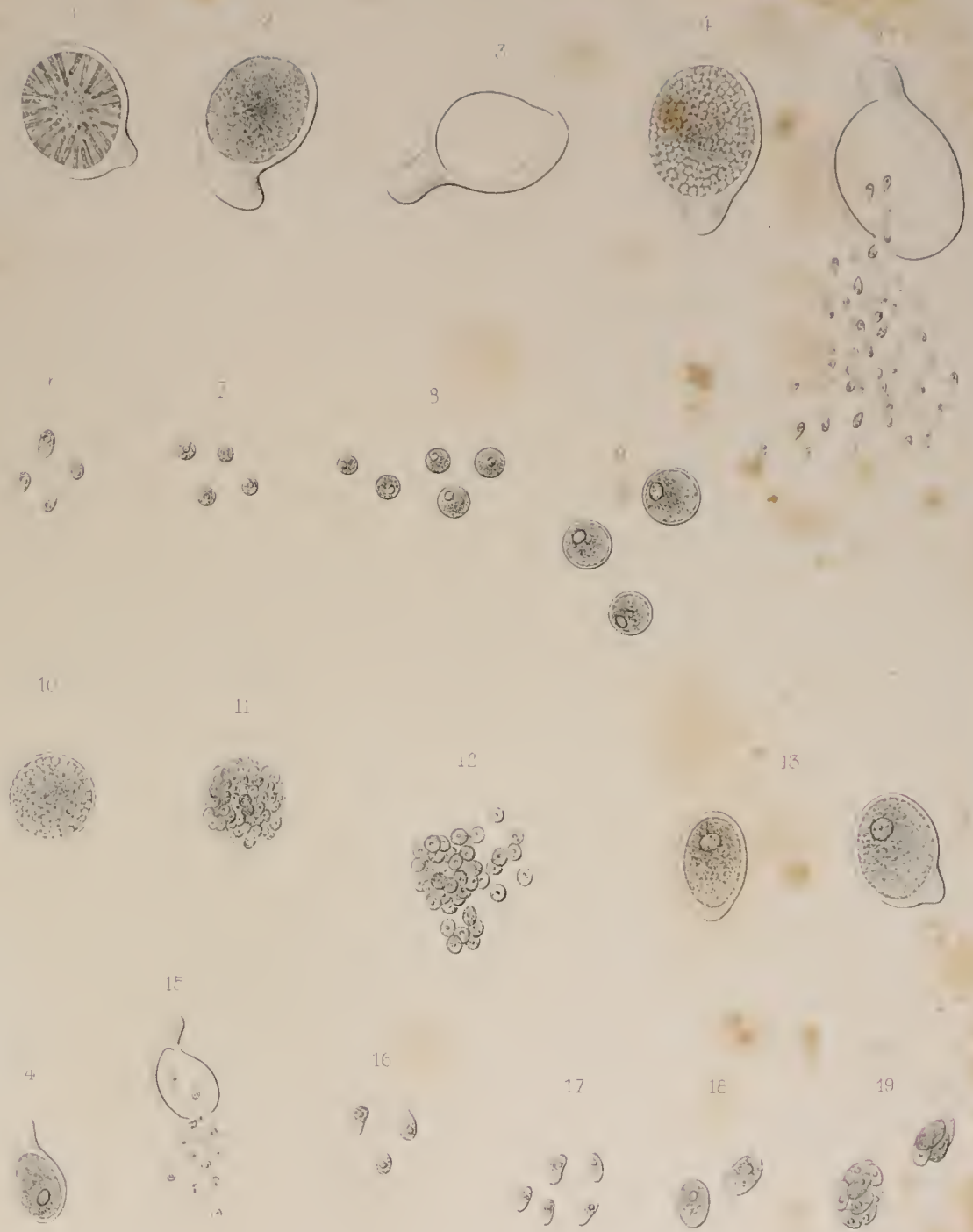
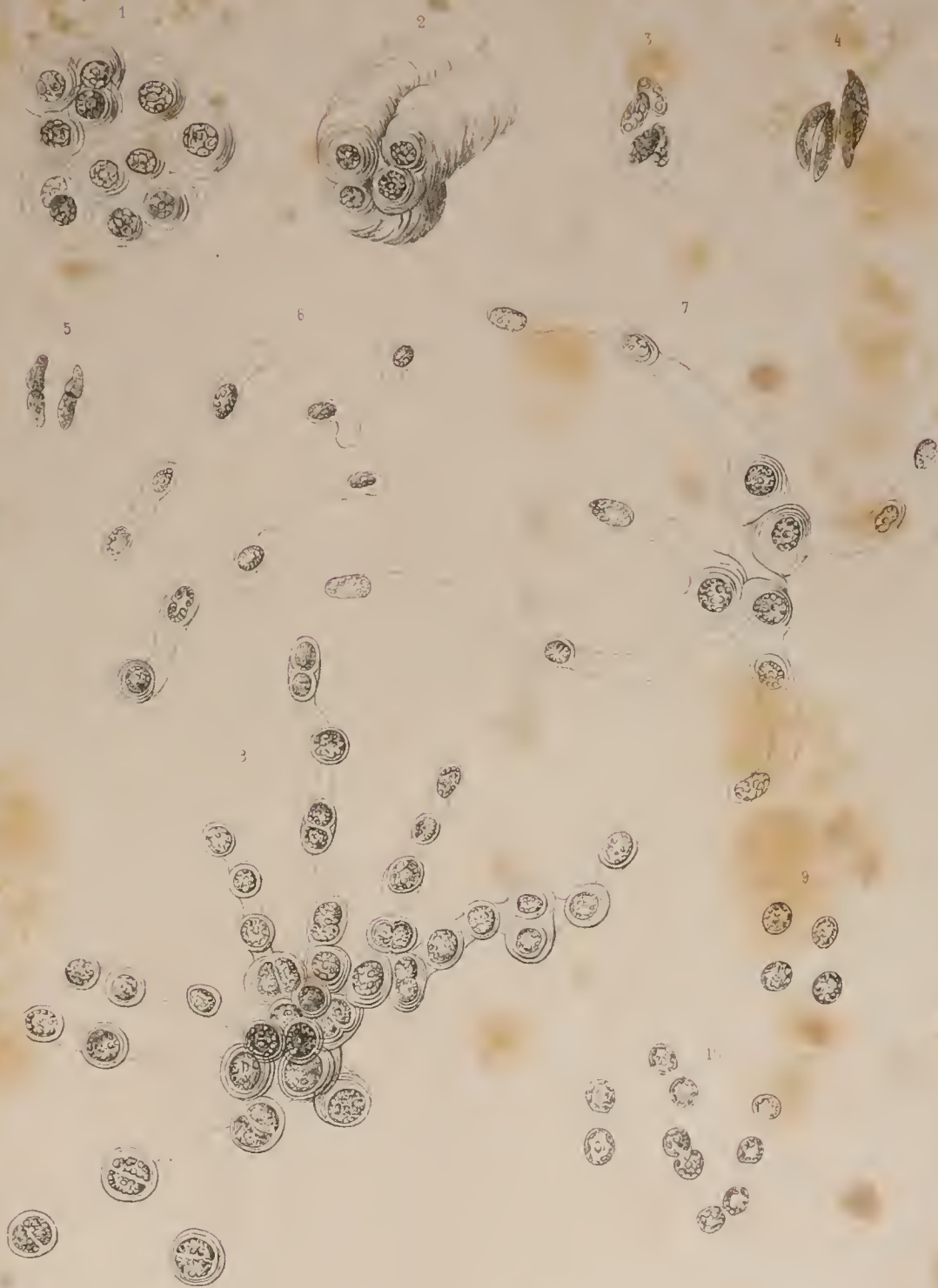
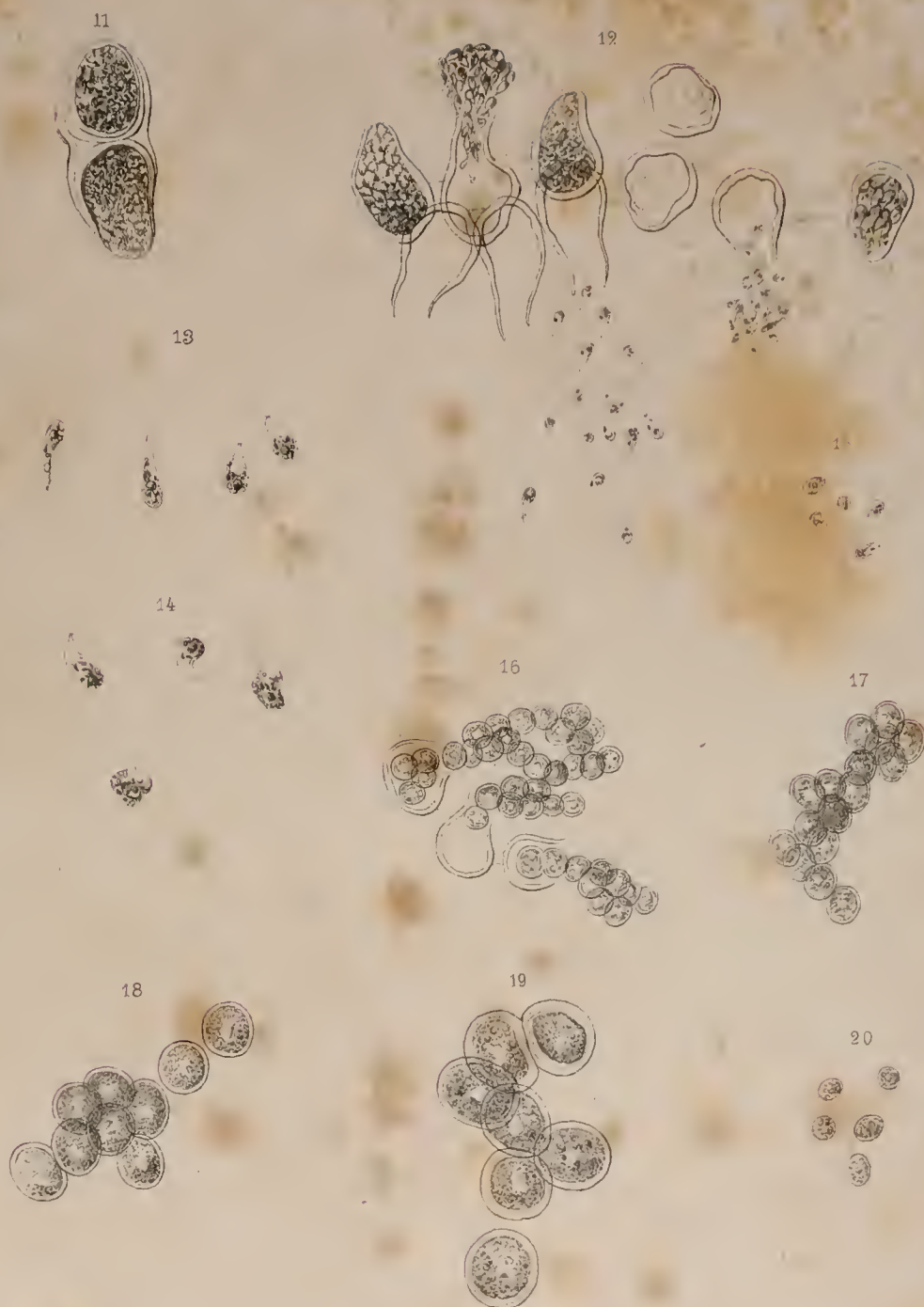
PHYSOCYTIUM CONFERVICOLA.

Auct. ad nat. del — C. Galeazzi incise

Fig. 1-13 KENTROSPHAERA FACCIOLAAE Borzi. – Fig. 14-19 K. MINOR Borzi

Auct. ad nat. del.   Th. Sebald lit.

HORMOTILA MUCIGENA, Borzì

Auct. ad nat. del

Th. Sebald lit.

HORMOTILA MUCIGENA, Borzi.

E. Bühring Messina

STUDI

ALGOLOGICI

STUDI
ALGOLOGICI

SAGGIO DI RICERCHE

SULLA

BIOLOGIA DELLE ALGHE

DI

ANTONINO BORZÌ

PROFESSORE ORDINARIO DI BOTANICA NELLA R. UNIVERSITÀ
E DIRETTORE DELL'ORTO BOTANICO DI PALERMO

FASCICOLO II
TAV. X-XXXI

PALERMO
ALBERTO REBER
LIBRERIA CARLO CLAUSEN

MDCCCXCV

A

ED. BORNET E N. PRINGSHEIM

CON AMMIRAZIONE

E OSSEQUIO PROFONDO

L'AUTORE

AL LETTORE

Nel 1883 veniva alla luce il primo fascicolo di questo libro. Era mio desiderio che la continuazione seguisse regolarmente, senza interruzioni; ma difficoltà di vario genere rendevano inevitabile un lungo indugio, talchè, sebbene la stampa del presente fascicolo fosse già stata iniziata sin dal 1886, soltanto oggi m'è possibile rendere compiutamente di pubblica ragione il mio lavoro. Della qualcosa non ho a dolermi, perchè, se non ad altro, il lungo ritardo è valso a render più maturi alcuni giudizi e ad accrescere la sperienza, che non è mai troppa in fatto d'indagini scientifiche. Durante questo tempo sono comparse parecchie pubblicazioni, le quali hanno certamente esercitato una benevola influenza sull'indirizzo dei miei studi. Ricordo principalmente i lavori dello Schmitz sui cromatofori delle Alghe, quelli del Dangeard sullo sviluppo di alcune Cloroficee inferiori, gli altri più recenti del Reinke, del Möbius etc. In questi ultimi anni poi la bibliografia algologica si è arricchita di un'opera eminentemente utile, la *Sylloge algarum* del De Toni, la quale, come vasto e minuzioso inventario descrittivo di tutto ciò che concerne la si-

stematica delle Alghe porge allo studioso valevole appoggio di sicuri raffronti.

Tralascerò dal citare altri scritti d'indole meno generale comparsi durante la stampa di questo secondo fascicolo; di alcuni, aventi attinenza coi miei studi è stato fatto cenno quando se ne è presentato il bisogno; forse altri, di recentissima data sono stati trasandati e chiedo di ciò venia al lettore.

Mi resta in ultimo da ringraziare molti egregi cultori di Algologia per la benevolente cooperazione di cui mi sono stati prodighi e con grato animo ricordo specialmente i nomi dei Signori D.r E. Bornet, D.r G. B. De Toni, D.r G. Lagerheim, D.r Otto Nordstedt per non dire di altri dei quali ebbi al bisogno largo sussidio di consigli e di materiale.

Palermo, gennaio 1895.

A. Borzì

INDICE DEL SECONDO FASCICOLO

MISCHOCOCCUS, Näg. (char. auct.)

Cellulæ globosæ v. ovatæ, membrana exili, hyalina, lævi, 1-4 chromatophoros includentes. Divisio cellularis repetite binaria: cellules filiales, divisione peracta, e cellula matricali versus apicem aut lateraliter soluta, protusæ, in ipso cellulæ matricalis ore retentæ ibique germinantes, stipite communi plus minus evoluto, gelatinoso, suffultæ.

Divisio cellularum primum ad duas directiones alternans et propter cellulas filiales oblique et quaternatim unico strato dispositas, stipite communi brevissimo, crasso, deliquescente, basi conjunctas, colonias pulviniformes, initio solidas, ætate provecta, muco diffluescente, intus cavas et irregulariter vesicato-saccatas plerumque substrato adhærentes, efficientes; denum divisio ipsa ad unicam directionem et cellulæ filiales 2-4seriatim ad apicem stipitis communis valde elongati, firmi, in pseudoramulo lateraliter excurrentis, conjunctæ, colonias, sive cæspites eleganter dichotome dendroideo-ramosos componentes.

Multiplicatio agamica zoosporis cilio unico, ocello laterali punctiformi, achroo, præditis, 2-4 in singula cellula matricali ortis et per porum amplum lateralem vel terminalem libere examinantibus.

Multiplicatio sexualis gametis zoosporis omnino conformibus, 1-2 in singula cellula generatis, copulationis ope in zygosporas transmutatis.

Le nostre conoscenze intorno al genere *Mischococcus* si riferiscono soltanto a pochi dettagli morfologici intorno alla forma 		Tav. X.

Tav. X. busculoide sotto la quale ordinariamente si rinviene l'unica specie di detto genere, il *M. confervicola.* Tali indicazioni sono contenute nella nota opera algologica del Nägeli (1). Del resto tutto ciò che riguarda lo svolgimento di quest'Alga resta ancora un *desideratum* della scienza. Anche talune particolarità morfologiche vanno meglio studiate e rettificate, e dal confronto con altre forme di Cloroficee dedotto e definitivamente stabilito il relativo valore sistematico del genere *Mischococcus.* Tutto ciò è stato argomento di particolari ricerche istituite su materiale vivo raccolto in vari punti della Sicilia e altrove sul Continente italiano, e di cui i risultati formano oggetto delle seguenti pagine.

Le fasi di svolgimento del *Mischococcus confervicola* Näg. comprendono due periodi distinti caratterizzati da altrettante forme diverse che le colonie presentano quanto al modo di aggregazione degli elementi ed allo sviluppo loro. In ogni caso la vita dell'organismo è legata a un substrato, spesso organico, vivente cui la pianta aderisce in ogni tempo per produzione di consistente gelatina conformata in stipite più o meno allungato, oppure depresso o calliforme, come poi si vedrà.

Oltre a varie *Conferva, Vaucheria, Œdogonium, Cladophora,* su cui le colonie di *M. confervicola* sogliono crescere tenacemente appiccicate, vanno ricordati i fusti, i picciuoli e le foglie di *Marsilea, Salvinia, Myriophyllum, Potamogeton,* e d'altre piante Vascolari d'acqua dolce.

Qualunque sia la fase di sviluppo sotto la quale vien considerata quest'Alga, le sue cellule presentano sempre la medesima e identica struttura, variino pure le dimensioni e sia in qualche guisa anche la forma alquanto differente.

Ogni cellula possiede una membrana sottile, trasparente, liscia e che i reagenti rivelano di natura cellulosica; anzi spesso basta la semplice azione della tintura alcoolica di jodio per comunicarle una bellissima tinta turchina.

---

(1) C. Naegeli, *Gattung. einzellig. Algen.* Zürich. 1849 p. 80-82.

Torno torno alla parete stanno addossate 2-4 placche clorofillacee, nel caso più semplice, una sola. I contorni di esse rimangono con nettezza delineati il più delle volte ricorrendo a forti ingrandimenti, ma meglio se le cellule si trattano con acqua leggermente jodata o col liquido del Kleinenberg. Il numero dei cromatofori varia secondo la grandezza delle cellule. Importante è il fatto, già segnalato dal Nägeli (2), che i cromatofori mancano di pirenoide.

Tav. X.

In mezzo al limpido protoplasma fanno spicco pochi granuli lucidi, amorfi, di natura indeterminata; il jodio non accenna per nulla a presenza di sostanza amilacea e se deposito di materiale nutritizio d'indole ternaria ha luogo nel contenuto cellulare, esso effettuasi sotto forma di minutissime gocciole oleose, e ciò segnatamente in quegli elementi destinati alla conservazione dell'organismo e pervenuti allo stato di vita latente. Sicchè in complesso le cellule di *Mischococcus* ripetono una struttura che fondamentalmente concorda con quella dei generi *Conferva* Lagerh., *Chlorothele* Bzì, *Bumilleria* Bzì, *Sciadium* A. Br., *Characiopsis* Bzì, ecc. Esaminando il genere *Chlorothecium* Bzì, avremo occasione di rilevare identiche armonie.

Ogni cellula di *Mischococcus* è provvista di nucleo, che il liquido del Kleinenberg rapprende e condensa rendendo assai distinti i suoi contorni. Esso occupa una posizione spesso esattamente centrale e sembra sostenuto alle pareti della cellula mediante ligamenti protoplasmatici.

Del resto ogni altra particolarità morfologica sfugge alla diretta osservazione per via dello esiguo volume degli elementi.

Uno stadio di sviluppo che finora è sfuggito all'attenzione dell'algologo è quello in cui l'alga consta di elementi protococcoidei riuniti a gruppi tetradici e formanti nello insieme delle colonie aderenti per esteso tratto col substrato. Questa fase precede ordinariamente la forma dendroidea sotto la quale, come dissi, si conosce ed è stato descritto il *Mischococcus confervicola*. Riesce facile rilevare i

---

(2) .....; das Chlorophyllbläschen wurde noch nicht beobachtet ..... (Naegeli, *op. cit.*, pag. 81).

Tav. X. rapporti che corrono tra le due forme mediante ripetute colture avvalendosi delle note camere umide del Van Tieghem alquanto modificate secondo il bisogno. Come mezzo di riprova mi son giovato di culture in proporzioni più vaste dentro acquari associandovi dei fili di *Vaucheria* e di *Cladophora*.

Lo stadio protococcoideo è contraddistinto anzitutto da elementi 2 volte o poco più grandi di quelli normali alla forma dendroidea; di più, essi sono ovali o ellittico-ovali e stanno appiccicati al substrato mediante la parte più slargata che funge però benissimo da base in opposizione alla regione superiore apicale, più stretta. La differenza tra la base e l'apice spicca altresì maggiormente considerando la distribuzione particolare dei cromatofori. Questi infatti lasciano uno spazio del tutto trasparente sotto l'apice che pare occupato da limpidissima linfa; la parete stessa di detta regione apicale sembra più attenuata.

Siffatte cellule si moltiplicano in via vegetativa per indefinita *partizione longitudinale con piani di scissione che si alternano solo secondo due direzioni dello spazio;* derivano così rapidamente delle colonie di elementi distribuiti sopra unico strato sulla superficie della pianta cui l'Alga aderisce.

Si può seguire agevolmente tutte le particolarità di detto sviluppo a partire da un solo elemento iniziale fino alla costituzione di una colonia assai complessa. Tale elemento aderisce ordinariamente con molta tenacità al corpo p. e. di una *Vaucheria*, per mezzo di un breve cercine di materia gelatinosa estremamente translucida. Le due successive divisioni longitudinali si seguono con grande rapidità a tal segno da render possibile il sospetto che si tratti di una vera moltiplicazione tetradica simultanea. Le quattro cellule figliali si delineano tosto nettamente all'interno della membrana della propria cellula madre assai trasparente com' è. Evidentemente la loro larghezza importa la metà del diametro trasversale della cellula madre, epperò il lor volume rappresenta la quarta parte di quello dello elemento originario. Ma ben presto esse crescono per raggiungere le dimensioni della cellula iniziale; segnatamente la parte basale loro è quella che deve subire un accrescimento relativamente significante, mentre l'altezza di essi elementi non presenta alcuna

differenza rispetto a quolla della cellula madre. Allora la parete di questa si scioglie all' apice. Essendo essa in questa regione, come notammo, assai esile, la dissoluzione ha luogo rapidamente; non così nel restante contorno; anzi quivi scorgiamo nella membrana la tendenza a fondersi in gelatina alquanto consistente, opponendo così una certa resistenza alla pressione esercitata dalle cellule figliali in via di crescenza. La forma di accrescimento e le condizioni ambienti sono tali da provocare una dislocazione forzata dei nuovi elementi dalla lor sede verso l' alto; cosicchè essi lentamente scivolano al di fuori senza potersi interamente liberare dalla membrana della cellula madre. Questa allora, trasformata in una sorta di callo gelatinoso assai corto, rimane a costituire alla base della giovane colonia un vero e tenace sostegno per cui quest' ultima aderisce al substrato. La sostanza onde è formato detto sostegno è di una estrema tenuità e trasparenza; il jodio non le rende alcuna colorazione; debolmente si colora sotto l'azione del verde di metile. Tale materia ha però la tendenza a gonfiarsi rapidamente.

Gli elementi adulti di una colonia così formata ripetono la stessa forma e le medesime dimensioni della cellula iniziale.

Visto di profilo un gruppo tetradico siffatto vi si nota nelle singole cellule squisitissima la tendenza a divergere dal loro comune punto d' inserzione in modo che ciascuna di esse assume una posizione obbliqua, essendo l' apice di essi elementi rivolto al di fuori; così che la normale passante per il centro geometrico dell' intiera colonia non risulta affatto parallela all'asse mediano longitudinale di ogni cellula, come avverrebbe nel caso che queste fossero collocate in posizione perpendicolare al substrato. In complesso, supponendo che per i detti assi passassero dei piani fino a raggiungere il centro della comune base d'inserzione ne deriverebbe una figura di piramide rovesciata a 4 faccie laterali, il cui vertice corrisponderebbe al detto centro della base medesima. Più esattamente detta figura rappresenta un segmento di sfera a base quadrata. Questa considerazione è utilissima per renderci conto *a priori* della particolare conformazione che assumono a sviluppo inoltrato le colonie sottoposte a continuato e indefinito crescimento della maniera sopradescritta.

A tal'uopo è necessario rivolgere la nostra attenzione a colonie

Tav. X. il cui sviluppo compiesi fin dai primordi e sèguita sempre, in maniera indefinita, in un mezzo scevro d'ostacoli, come p. e., alla superficie dell'acqua, giammai quindi sopra un substrato solido di adesione. Questo caso non sarà forse normale, ma ho potuto ripetutamente verificarlo nei miei acquari, dove una enorme quantità di germi delle iniziali colonie, vaganti nell'acqua, anzichè soffermarsi e stabilirsi sulle pareti del vaso o sul corpo della specie di *Vaucheria* messa a coltura in quei recipienti, erano rimasti galleggianti sul livello dell'acqua formandovi una tenuissima pellicola verdiccia. In tali condizioni, da giovani colonie tetradiche di *Mischococcus* erano derivate successivamente delle associazioni di 16, 64, 256, 1024, 4096 ecc. elementi. Possedendo intanto ogni generazione la tendenza a spostarsi dal proprio substrato sollevandosi sul livello di questo, così come abbiamo già visto nella costituzione di gruppi tetradici isolati, ogni generazione di recente origine si era soprapposta a quella d'ordine precedente mediante produzione di nuova copia di materia gelatinosa.

Esaminando attentamente le particolarità di tale accrescimento si rileva come mentre cresce la superficie di quel segmento di sfera, aumenta il suo raggio. Però durante tale sviluppo, l'asse longitudinale mediano di ogni elemento figliale tende a divergere dalla normale passante per il centro dell'area d'inserzione della colonia d'ordine precedente; il chè fa sì che la superficie d'inserzione degli elementi dell'intiera colonia assuma una curvatura più pronunziata. Durante lo accrescimento ulteriore della colonia ripetonsi le medesime e identiche condizioni di spostamento e di disposizione degli elementi di successiva formazione; l'angolo di divergenza di ogni cellula dalla tangente alla sua base d'inserzione, resta quasi pressocchè dello stesso valore di prima; la curvatura esagerasi invece maggiormente, e ne deriva tosto una superficie esattamente semisferica su cui stanno allineate in unico strato le diverse cellule componenti la colonia.

In corso di sviluppo, continuando l'aumento in superficie di così fatta colonia non seguito da proporzionale accrescimento in lunghezza del relativo raggio di curvatura, i margini della colonia tendono a incontrarsi per costituire in ultimo una vera sfera cava di regolarità pressochè geometrica.

Tav. X.

Il descritto processo non risponde a mere interpretazioni teoriche; esso è pienamente giustificato della diretta osservazione dei fatti. Nelle mie colture ho visto frequenti delle colonie aventi siffatta origine: esse avevano la forma di sfere, misuranti persino 50-70 μ. La gelatina che serviva di cemento alle cellule costituiva uno strato periferico abbastanza consistente; del resto il centro scorgevasi ripieno d'aria.

La costituzione di identiche colonie galleggianti alla superficie dell'acqua ignoro se abbia luogo spontaneamente in natura. Ho però spesso rinvenuto degli ammassi sferoidi di cellule di *Mischococcus* aderenti al corpo di *Vaucheria*, *Œdogonium* ecc. nello paludi di Ortora, ma aventi un'origine diversa. Secondo le mie osservazioni le prime fasi di svolgimento di siffatte colonie si compiono in contatto ad un substrato organico, vivente, p. e. frequentemente sul corpo di una *Vaucheria*. Se la superficie di contatto è relativamente molto estesa le colonie vi costituiscono degli aggruppamenti semisferici, dei veri cuscinetti. Normalmente, aumentando il volume della colonia, cotesto cuscinetto finisce col cingere torno torno, in tutta la sua spessezza, un filo di *Vaucheria*.

Quando il substrato offre una superficie di sviluppo assai limitata l'adesione delle colonie è temporanea; però nulla osta perchè in corso di sviluppo, restando in parte appiccicate al detto substrato, si organizzino in colonie più o meno sferoidi.

Fra mezzo ai fili di *Vaucheria* mi è occorso di frequente osservare di tali cumuli di cellule di *Mischococcus*, che parevan quasi vi si trovassero lì a caso dispersi. Siffatte colonie costituivano delle masse sferoidi aventi persino un diametro di 5 mill., assai molli, di un color verdiccio, paragonabili a veri otricelli delicatissimi ripieni di una materia gelatinosa estremamente diffluente, quasi liquida e del tutto trasparente. Verso la periferia tale sostanza appariva alquanto consistente servendo di cemento ai varî elementi della colonia.

In complesso, lo sviluppo vegetativo delle colonie palmelliformi di *Mischococcus* porge occasione di rilevare una maniera di svolgimento molto singolare, e segnatamente come per mezzo di un processo reiterato di divisione alternantesi secondo *due sole direzioni*

Tav X. *dello spazio* sia possibile la formazione di aggregazioni di forma esattamente sferica. Il caso non credo trovi finora riscontro in alcun altro organismo.

Nelle condizioni poco favorevoli a cui l' Alga trovasi d'ordinario esposta nelle colture, lo sviluppo vegetativo delle colonie si arresta prima che le associazioni abbiano raggiunto dimensioni notevoli. Allora l' ulteriore svolgimento effettuasi per mezzo di zoospore.

Per quanto io sappia, zoospore presso il genere *Mischococcus* non sono state finora osservate e descritte da alcuno. Il Nägeli (3) e il Rabenhorst (4) accennano solo alla presenza di tali germi derivanti dagli elementi della forma dendroide, ma nulla ci dicono intorno ai caratteri particolari di essi.

Secondo le mie osservazioni, le cellule delle colonie su descritte, compiuto il loro svolgimento vegetativo, diventano dei zoosporangi: così in via agamica compiesi per mezzo di germi mobili la diffusione della colonia medesima a grandi distanze.

Gli zoosporangi non sono differenti dalle cellule vegetative quanto alle dimensioni e alla forma loro.

Da ogni zoosporangio prendono origine 2-4 zoospore, oppure di rado una soltanto, le quali vengono immediatamente messe in libertà per dissoluzione della cellula madre nella regione apicale Nei primordi, le zoospore, guadagnata l' apertura, rimangono alcun tempo attaccate ai margini di questa, dibattendosi, agitandosi, rivoltandosi in tutti i sensi, quasi trovassero un ostacolo ad allontanarsi. Ciò induce a credere che i germi, al momento della loro uscita, trovinsi coinvolti da una certa quantità di muco differenziato in vessichetta o sacco come osservasi in moltissime Alghe; ma la tenuità e il grado di trasparenza di questa sostanza è tale da sfuggirne la presenza alla diretta osservazione; nè meno l'impiego degli ordinari reagenti porge in questo caso utili risultamenti.

Le zoospore, esaminate libere nell' acqua ambiente, sono delle

---

(3) ....; Schwärmzellen von den Stielen sich ablösend, nach dem Schwärmen sich festsetzend (*Op. cit.*, pag. 80).

(4) *Flor. eur. Alg.* etc., p. 54.

piccole massicelle protoplasmatiche di forma ovoide provviste nella estremità anteriore, rostrale, ch'è d'ordinario assai corta e trasparente, d'un esilissimo ciglio. Questo importa 2-3 volte la lunghezza dell'intiero corpo del germe e durante il movimento giace proteso in avanti. Ogni zoospora possiede sovente 2 cromatofori parietali distinti oppure uno sòlo; il restante protoplasma apparisce trasparente e sparso qua e là di minutissime granulazioni opache. Nulla accenna alla presenza di un ocello rossigno; esiste bensì lateralmente, un po' al di sopra della regione rostrale, un piccolo corpo a contorni distinti, disciforme, d'un colorito nericcio e che in vista della sua costante presenza in tutte le zoospore esaminate ed alla sua posizione, parmi possa indicarsi come un vero ocello, così come scorgesi nelle zoospore della *Bumilleria* e di poche altre Alghe affini.

Tav. X.

Il diametro lungitudinale delle zoospore varia da 2 a 6 micr.; tuttavia nessuna ragione fisiologica o morfologica, giustifica la distinzione di esse in micro- e macrozoospore.

Come nella più parte dei casi, la luce esercita una energica azione direttiva sul moto delle zoospore. Il fototactismo positivo di queste si manifesta con molta evidenza collo accumularsi di essi germi sulle pareti degli acquari direttamente esposte alla luce.

Il moto delle zoospore cessa normalmente dopo un quarto d'ora circa e comincia tosto la germinazione. Naturalmente durante questa fase il corpo di germe, perduto il ciglio, si cinge d'un'esile membrana; si accresce a grado a grado e così trasformasi per costituire l'elemento iniziale di nuove associazioni protococcoidee.

Seguendo lo sviluppo dell'organismo attraverso questa medesima fase si nota a un certo tempo la tendenza nei singoli elementi delle colonie *a scindersi nella direzione perpendicolare al proprio assc lungitudinale (parallela al substrato).* Per via di questo cambiamento nella direzione primitiva dei piani di divisione e mediante nuove successive modificazioni, nascono delle colonie d'aspetto dendroide, quali sono state descritte come caratteristiche del genere *Mischococcus.*

Ordinariamente ogni associazione di tal sorta procede dalla germinazione di zoospore; qualche volta anche direttamente i singoli

Tav. X. elementi vegetativi delle colonie si trasformano in cespuglietti dendroidi; ma quest' ultimo caso sembra piuttosto raro.

Ho seguìto in tutte le sue particolarità il graduale svolgimento di una colonia siffatta a partire dall' elemento proprio iniziale. Le mie osservazioni confermano in gran parte tutto ciò che in via d' induzione è stato dal Naegeli supposto per spiegare la origine e lo accrescimento di ogni cespuglietto di *Mischococcus*.

Fermata la nostra attenzione sopra una zoospora germinante, si nota anzitutto come la sua adesione al substrato si stabilisca mediante una sorta di callo gelatinoso abbastanza consistente, spesso cortissimo, di forma cilindrica, un po' dilatato in basso. Il grado di consistenza di detta produzione cresce sempre più e col tempo vi si rendono manifeste delle striature e stratificazioni concentriche.

Conservando la sua forma primitiva sferica, la cellula si divide tosto trasversalmente in due elementi figliali, i quali immediatamente si arrotondano e lentamente si spingono in alto abbandonando la parete della cellula madre. Questa all' uopo si scioglie all' apice. A volte l' elemento iniziale non subisce alcuna divisione e interamente, per semplice innovazione, si cambia in unica cellula figliale. In altri casi per due successive divisioni, di cui la prima trasversale, l' altra longitudinale, prende origine un gruppo di 4 elementi i quali pur essi tendono ad abbandonare la parete della cellula madre, e scivolando attraverso l' apertura apicale della stessa, si dispongono in serie al di sopra di questa.

Qualunque sia il numero delle cèllule figlie, esse restano connesse sull' orlo dell' apertura donde sono venute fuori mediante un grosso stipite di trasparente gelatina. Questo cresce a poco a poco in altezza allontanando sempre più e sovente considerevolmente dalla loro sede primitiva le cellule figliali medesime.

In tutti i casi esse rimangono connesse in serie lineare semplice sorrette dal detto stipite. La connessione ha luogo per interposizione di un istmo di gelatina, molto diluita dapprima e che sempre più si assoda. Cotesto braccio gelatinoso è breve, talora anzi brevissimo o ridotto talmente in dimensioni in modo che le cellule si trovano in immediato contatto tra di loro.

Per lo ampliamento successivo della colonia, ogni cellula torna a dividersi nel senso trasversale e i duo elementi figliali tendono tosto ad abbandonaro la membrana della propria cellula madre e scivolano al di fuori. Se non che la dissoluzione della parete di questa non può effettuarsi in alto come prima, che solo negli elementi apicali; sicchè le due cellule figlie, derivanti da questi ultimi, si dispongono subito in serie al di sopra dei medesimi sorrette dalla solita formazione gelatinosa stipitiforme che sempre più si allunga e consolidasi. Nelle cellule sotto-apicali la dissoluzione della membrana non può effettuarsi all' apice, poichè su questo s' inserisce immediatamente il grosso braccio gelatinoso che congiunge le due cellule madri tra di loro, nè all' opposta estremità per la presenza del comune stipite. La dissoluzione quindi ha luogo lateralmente in un punto qualunque, a destra o a sinistra, oppure della regione anteriore o posteriore; più specialmente la membrana si scioglie in un punto posto immediatamente al di sotto dell' apice. Le due nuove cellule figliali appariscono tosto allineate l' una dopo l' altra nella medesima direzione, portate dal proprio comune stipite gelatinoso, che assume perciò una posizione divergente dallo stipite primitivo.

Tav. X.

In queste condizioni il cespuglietto vedesi costituito da un primo ordine di ramificazioni; si hanno in ispecie due ramuli: ognuno di essi termina al suo apice con due elementi disposti in serie nella direzione dell' asse longitudinale del ramulo medesimo. Uno dei due ramuli, quello terminale, è posto nella continuazione dello stipite primitivo; l' altro, sottoposto, vi si parte da questo in posizione divergente.

Lo sviluppo ulteriore segue nella stessa maniera e a grado a grado complicasi la successione dei ramuli, ampliasi il cespuglietto. Il numero dei ramuli laterali corrisponde all' età relativa dei singoli elementi. L' azione eliotropica nel senso positivo della luce fa sì che l' angolo di divergenza di ogni ramulo da quello di ordine precedente divenga più o meno ottuso o acuto.

Tanto le membrane degli elementi materni, quanto gli stipiti si consolidano sempre più in corso di età.

In complesso, durante la formazione di un cespuglietto dendroide

Tav. X. di *Mischococcus* la direzione dei piani di scissione delle cellule rimane invariabilmente sempre la stessa. Non ne derivano delle colonie seriali semplici per la speciale costituzione di stipiti gelatinosi nel modo come abbiamo visto; hanno luogo bensì per questa ragione delle deviazioni particolari in modo che ne nascono delle ramificazioni. Queste sono paragonabili ai pseudoramuli di molte Cianoficee (p. e. *Tolypothrix*, ecc.). Si formerebbero delle serie semplici qualora ogni elemento non si dividesse ma solamente, per via d' innovazione, si trasformasse interamente in un nuovo elemento figliale. Questo caso è però assai raro e si riscontra solo nei primordi della costituzione di un cespuglietto.

Anche la divisione di ogni cellula in 4 cellule figliali è pure un fenomeno non tanto frequente. In ogni modo, avvenendo ciò, accrescesi la complicazione della colonia (5).

Da quanto precede si scorge come il Nägeli, ammettendo che la divisione delle cellule si compia secondo una medesima direzione, ha con esattezza determinato il valore morfologico e il modo e l'ordine di sviluppo dei ramuli onde si compongono gli eleganti cespuglietti di quest' alga. Anche lo stesso Nägeli ha saputo benissimo rendersi conto della struttura delle ramificazioni, sebbene non in tutte le figure della sua opera è con pari precisione indicata siffatta particolarità. Infatti, secondo quello che si è detto, i rami, qualunque sia l'ordine loro, sono costituiti da una parte basale, affatto vuota, che risponde alla cavità della cellula madre di quegli elementi da cui risultano i singoli pseudoramuli, e da una porzione solida, più stretta, formante lo stipite sul quale s' inseriscono queste ultime cellule. Giammai fra le differenti ramificazioni si osservano quei rapporti di continuità quali sono stati rappresentati nella figura 2 dell'opera del Nägeli. Anche non è sempre esatta la indicazione data da questo Autore che le diverse coppie di ramuli si partano dallo stesso livello alla sommità del ramulo di ordine precedente. Per ammettere ciò occorrerebbe che le due cellule generatrici dei

(5) In qualche caso questa particolarità sembra alquanto frequente; così nella varietà *bigeminus* descritta e figurata dal Nägeli (*op. cit.*, pag. 82, Tav. II, D, fig. 2).

ramuli medesimi prendessero origine per scissione longitudinale; oppure per assumere una tale posizione verticillata sarebbe d'uopo che esse, una volta differenziate, subissero delle complicate dislocazioni, mentre il fatto dimostra che, tosto avvenuta la divisione orizzontale della rispettiva cellula madre, lentamente scivolano al di fuori senza cambiar di posizione. Le due cellule sono, come abbiamo visto, legate tra di loro da un istmo gelatinoso, il quale anche se breve o brevissimo, basta sempre a stabilire un certo stacco fra di esse ed è sufficiente, per azione eliotropica della luce, a determinare un certo spostamento nei due elementi, ma di tal grado sempre da indurre questi ad assumere una posizione obbliqua, giammai una giacitura orizzontale.

Tav. X.

L'esame della figura 2 della citata opera del Nägeli ci porge infine occasione di notare come le cellule componenti le colonie arbusculoidi di *Mischococcus* sieno qualche volta suscettive di scindersi longitudinalmente formando, alla sommità degli stipiti, dei gruppi tetradici dentro un comune inviluppo gelatinoso. Non essendo stata questa forma di sviluppo da me giammai osservata, debbo ritenere che lo stadio figurato dal Nägeli risponda ad una condizione del tutto particolare od affatto anormale.

Così pure giudico come forma anomala quella da me solo una volta osservata in esemplari di *Mischococcus* raccolti nelle vasche dell'orto botanico di Roma, in cui le cellule di una colonia dendroide, per dissoluzione degli stipiti gelatinosi, apparivano disposte in serie moniliformi, un po' distanti fra di loro a mo' di *Hormospora.*

Quando si esamina attentamente una colonia così fatta, attraverso il descritto sviluppo, si nota anzitutto negli elementi della ultima generazione la tendenza a rimpicciolirsi. Se l'ampliamento seguitasse lungo tempo in maniera indefinita l'impicciolimento della cellula supererebbe i limiti della possibile conservazione delle colonie. Fortunatamente l'ulteriore sviluppo dendroide si arresta colla produzione di zoospore. Ogni cellula allora si trasforma direttamente in un zoosporangio. Ciò avviene subito senza che sia il fenomeno

Tav. X. preannunziato da alcuna fase preparatoria. Solamente si nota nelle cellule pronte a svolgersi in zoospore un certo marcato distacco tra la membrana e il contenuto. Questo immediatamente si organizza in una zoospora; molto di rado, e ciò in cellule relativamente più grandi, si formano due zoospore.

Le zoospore escono per una larga apertura circolare praticata attraverso la membrana della propria cellula madre.

In breve tempo tutti gli elementi di una colonia dendroide si svolgono in germi mobili; allora sciolgonsi lentamente gli stipiti gelatinosi, e delle colonie medesime non rimane più alcuna traccia visibile. In tale circostanza notasi come l'ordine di soluzione dei diversi ramuli è quello medesimo della loro età: così, prima spariscono quelli di ultima formazione, indi successivamente gli altri che seguono. Il sostegno basale della colonia sovente persiste alcun tempo a posto, quasi inalterato. Tutto ciò dipende dal diverso grado di consistenza della gelatina e quindi dall'età diversa dei singoli ramuli, essendo tale materia suscettiva di consolidarsi vieppiù col tempo.

Le zoospore sono perfettamente identiche a quelle provenienti dalle colonie palmelliformi, sebbene ordinariamente più piccole: dotate, al solito, di fototactismo positivo si accumulano su tutti i punti del substrato più esposti alla luce.

Le ricerche istituite all' uopo di accertarmi del modo ordinario di svolgimento di siffatti germi mi davano anzitutto per risultato la sicurezza che essi cooperino direttamente alla moltiplicazione delle descritte colonie dendroidi. Infatti, pervenuta in contatto, p. e., ad un filo di *Vaucheria* e cessato il moto, ogni zoospora, senza punto ingrandirsi, e dopo avere assunta una forma esattamente sferica, svolgesi in maniera da dar luogo alla costituzione di un nuovo cespuglietto. Se non che, a dedurlo dalle colture, cotesto mezzo di riproduzione non sembra bastevole a corservare l' organismo in una maniera duratura: già le colonie di seconda generazione appariscono dotate di uno sviluppo lento; le cellule sono molto impicciolite; gli stipiti scorgonsi alquanto raccorciti. Si può quindi ritenere che tale forma di moltiplicazione non basti a rinvigorire l' organismo e che una nuova fase sia necessaria che intervenga ad assicurarne meglio la conservazione.

La possibilità che siffatto modo di svolgimento si arresti per dar luogo a una nuova fase di sviluppo è dimostrata dalla circostanza che talune zoospore, cessato il moto, anzichè svolgersi regolarmente in nuove colonie dendroidi, lentamente periscono e si disorganizzano. Questo fatto da me parecchie volte notato nelle colture in camere umide, non convalidato dalla diretta osservazione di fenomeni di copulazione, parvemi nel 1883 (epoca alla quale rimontano le mie prime ricerche sulla biologia di quest'Alga) doversi attribuire all'azione di parassiti. Nel corso dell'inverno del 1887 acquistavo però la certezza che siffatta disorganizzazione delle zoospore di *Mischococcus* dipendesse da una speciale differenziazione fisiologica dei germi medesimi.

Tav. X

Infatti, per quanto non differenti per dimensione, per forma ed in tutte le condizioni loro morfologiche dalle zoospore normali a sviluppo agamico, alcuni di questi germi rivestono i caratteri di vere cellule sessuali o gamete. Due sole volte mi è occorso di sorprendere le prime fasi della funzione sessuale; ma sgraziatamente non ho potuto seguire interamente tutte le particolarità graduali del fenomeno. A quanto pare la copulazione ha luogo tanto lateralmente per la regione rostrale, quanto per un punto qualunque della superficie del corpo del germe. I cigli rimangono immutati durante la copulazione; così ho potuto qualche volta sorprendere dei germi con 2 cigli inseriti assai irregolarmente. Quello però che parmi sicuro è che le zigospore germinino immediatamente in contatto a un substrato opaco, non avendo giammai osservato svolgimento di colonie a sviluppo dendroide sulle pareti rischiarate degli acquari, bensì sul fondo e sulla *Conferva* messa a vegetare nell'acqua del recipiente. È d'uopo quindi ammettere che le zigospore sieno dotate di fototactismo negativo; il che è confermato da ragioni di analogia.

Importante è il fatto, che ho potuto ripetutamente verificare, che dalla germinazione delle zigospore proceda direttamente lo sviluppo di una colonia palmelloide. Sicchè la fase sessuale avrebbe l'ufficio di ricondurre l'organismo alle sue primitive condizioni di sviluppo.

Le particolarità della germinazione delle zigospore non presentano nulla di notevole e degno di menzione. Soltanto durante la prima

Tav. X. fase scorgesi come il germe, conservando la primitiva forma sferica, si accresca insensibilmente restando tenacemente attaccato al substrato; indi il contenuto si scinde nella maniera e nella forma suddescritta per dar luogo a una colonia palmelliforme.

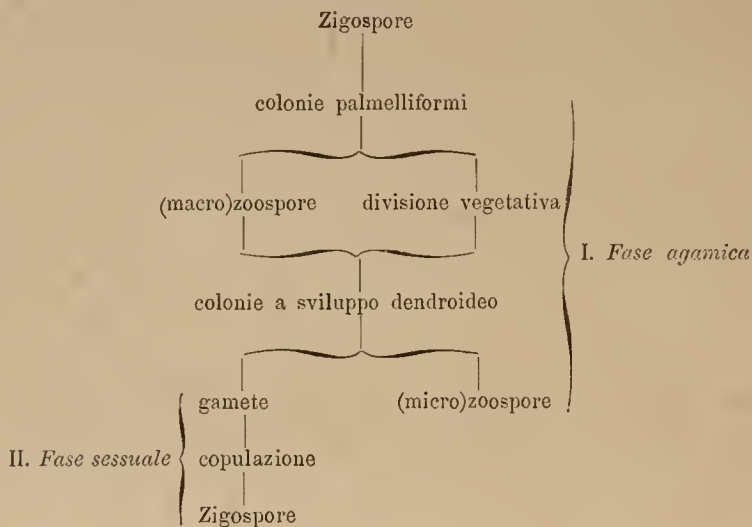
Riassumendo i precedenti risultati, il completo sviluppo di un individuo di *Mischococcus confervicola* Näg. puossi schematicamente rappresentare nel modo seguente:

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA X.

Fig. 1. — Incipiente formazione di colonie tetradiche palmelliformi: cellule viste di profilo.

» *2.* — Le medesime colonie esaminate dalla superficie.

» *3.* — Piccola colonia palmelliforme vista dalla superficie.

» *4.* — La stessa colonia esaminata di profilo e svolgentesi per zoospore.

» *5.* — Grande colonia palmelliforme, libera, a sviluppo per zoospore.

» *6.* — Stadi diversi di sviluppo di colonie dendroidee.

» *7.* — Formazione di zoospore procedenti dagli elementi delle colonie dendroidee.

» *8.* — Zoospore libere.

» *9.* — Zoospore in germinazione.

» *10.* — Zoogamete in via di copulazione.

» *11.* — Zigospore germinanti.

Ingr. = 600 diam.

CHLOROTHECIUM Borzì

in MARTEL, *Contribuz. alla conosc. dell'Algol. rom.*, nell'*Ann. dell'Istit. botan. di Roma*, I, fasc. 2, p. 183 (1885).

Cellulæ vegetativæ primum segregatæ, obovales v. obovato-oblongæ, basi stipiti disciformi dilatato, more *Characiorum* substrato adfixæ; membrana tenui, hyalina; contento chlorophyllaceo amœne viride, chromatophoris 2-4 parietalibus, disciformibus, pyrenoide destitutis.

Divisio cellularis raro ad unicam, plerumque ad duas v. ad tres directiones plus minus regulariter alternans: cellulæ filiales globosæ, 16-32-64, etc., gelatina communi amorpha, achroa involutæ, et intra cellulam matricalem valde ampliatam dein medio transverse scissam, colonias palmelliformes efficientes, mox in zoosporangia transmutatæ.

Zoosporæ 2-4, aut 1, in quoque zoosporangio, cilio unico, ocello rubro laterali et chromatophoro singulo parietali instructæ, absque copulatione germinantes et novas cellulas characiiformes ferentes, vel omnino immutatæ, conjugationis ope, in hypnosporas tranquillas transeuntes.

Nel sopracitato lavoro del sig. Martel ebbi di già occasione di dare una succinta descrizione di questo nuovo genere accennando anche alle sue affinità. All' epoca però in cui per la prima volta veniva diretta la mia attenzione allo studio di questa importante Cloroficea mi erano sconosciute varie altre forme di Sciadiacee, nè il materiale posto a mia disposizione era bastevole a ricerche più estese, anche allo scopo di assicurarmi maggiormente dell' esattezza

Tav XI

dei risultati delle prime indagini. Nell'agosto del 1886 mi si offriva la favorevole occasione di rinvenire la stessa forma di alga sugli steli sommersi di varie piante acquatiche e segnatamente di *Potamogeton natans* erborizzando sulle sponde del fiume Ciane presso Siracusa. Ond'è che adesso con maggior sicurezza mi è dato di poter porgere delle indicazioni alquanto particolareggiate sulla morfologia e sullo sviluppo di questo nuovo rappresentante delle Sciadiacee.

Come presso il *Mischococcus confervicola* Näg. [1] lo sviluppo del *Chlorothecium Pirottæ*, comprende due differenti periodi, caratterizzati da altrettante particolari forme degli elementi costituenti l'organismo. Però a voler prescindere da tale considerazione in qualsiasi momento della sua esistenza venga studiata l'alga, le cellule presentano perfetta identità nella struttura loro fondamentale. Così è che in tutti i casi la parete di esse apparisce sottile, trasparente, liscia, ma ben distinta dal contenuto. Per azione della semplice tintura alcoolica di jodio assume una colorazione turchiniccia alquanto pronunciata.

Sulla superficie interna della membrana stanno addossate 2-4 placche clorofillacee indicate da contorni ben netti e di un bel color verde. Ogni placca ha la forma di un dischetto a perimetro alquanto irregolare qualche volta un po' più inspessito verso il centro, del resto perfettamente omogeneo nella sua massa; mediante l'impiego di reattivi ci si assicura della completa assenza di pirenoidi. Il numero dei cromatofori in ogni cellula può ridursi ad uno soltanto, oppure superare quello normale di 4: ciò dipende dalle dimensioni e dalla età delle cellule.

Il protoplasma ambiente ha piuttosto l'aspetto di una linfa limpidissima, in mezzo alla quale spiccano minutissime ed irregolari granulazioni solide, opache, dotate ordinariamente di moto browniano.

---

[1] Vedi *Malpighia*, vol. II, fasc. IV, 1888 e pag. 121 e seg. di questi *Studi*.

Esse resistono all'azione di alcuni acidi minerali; si conservano del tutto scolorate trattate col joduro potassico, col cloruro di zinco jodato ecc. Questi ultimi reagenti mettono in rilievo la presenza di un piccolo nucleo di forma lenticolare, che sostenuto il più delle volte da sottili cordoncini protoplasmatici scorgesi situato verso il centro della cellula.

Fatto degno di nota è che ogni cellula manca della più esigua traccia di provvigione amilacea; la sostanza ternaria sembra venga depositata sotto forma di olio a dedurlo dalle minutissime gocciolette che copiose si osservano nelle cellule a sviluppo sospeso o esposte a forte insolazione. In questo secondo caso la materia grassa si coaduna in una o poche masse occupanti gran parte della cavità cellulare.

Tutte le fasi di svolgimento dell' alga si compiono in contatto al substrato il quale per lo più consiste nella superficie sommersa di varie piante d' acqua dolce, spesso Fanerogame; talora anche giovano di appulso a quest' organismo il fusto e le foglie di *Marsilea* e gli stessi fili di una qualche *Chætomorpha*.

Tav. XI Fig. 1

L'adesione al substrato ha luogo mediante un cortissimo sostegno che si dilata in basso a mo' di disco intiero o lievemente crenellato, costituito di una materia gelatinosa, solida, cui la tintura di jodio comunica una leggerissima sfumatura in turchino. A tarda età lo stipite presenta sottilissime striature concentriche visibili sotto forti ingrandimenti. Notasi pure, a somiglianza dei sostegni degli *Ophiocytium*, dei nascenti fili di *Conferva bombycina* Ag. ecc.. come al momento in cui stabiliscesi l' adesione tra l' alga ed il suo substrato, dai margini del disco venga segregata una materia rosso-brunastra, resistente all' azione di reagenti e avente i caratteri di ossido ferrico.

In uno stadio iniziale della vita di questo organismo scorgiamo le cellule isolate, qua e là sparse sul substrato e costituenti, ognuna da per se, un'individualità perfetta, così come avviene negli *Ophiocytium*, nei *Characium*, etc. Ogni elemento ha una forma obovale più o meno allungata, in modo che allora grandissima è la rassomiglianza dei diversi individui con le cellule dei *Characium*. Non

Tav. XI. credo perciò improbabile che questo organismo sia finora interamente sfuggito all'attenzione degli algologi e quindi si trovi forse descritto sotto questo generico appellativo, sebbene nessuna delle forme rappresentate nella classica opera di A. Braun [1], vi corrisponda esattamente.

In questo stadio assai distinta spicca la forma dei singoli cromatofori in ciascuna cellula; il loro numero varia da 2 a 8 secondo le dimensioni degli elementi medesimi e si nota con molta evidenza come ogni placca clorofillacea derivi dalla spartizione trasversale di altra preesistente; così a grado a grado il numero dei cromatofori cresce da 2 a 4, a 8.

Ogni cellula si restringe alquanto verso la base e quindi bruscamente si dilata in una sorta di dischetto.

Le dimensioni, delle cellule, misurate al momento in cui cominciano le prime divisioni del contenuto, variano: quanto alla lunghezza da 14 a 40 μ; circa alla larghezza di 10-18 μ.

La membrana, dapprima abbastanza tenue, assume in corso di sviluppo un certo spessore per quanto esiguo, ed una notevole rigidità. Nonostante, sotto forti ingrandimenti, essa manifestasi del tutto omogenea. La tintura di jodio colora più intensamente la sua regione superficiale.

Gli elementi, appena raggiunte le indicate normali dimensioni, si dividono per dar luogo a colonie di un aspetto quanto mai caratteristico. Allo avvicinarsi di questa fase, scorgesi subito il contenuto scomposto, per reiterate divisioni trasversali, successivamente in 2-4-8-16 ...... elementi di forma globoide. Le prime divisioni avvengono per un certo tempo nella direzione trasversale e ne nasce così una semplice serie di 2, 4, 8 cellule allineate all'interno dell'elemento primordiale. In questo momento sembra che la membrana della cellula madre si differenzi in due strati distinti; uno esterno solido, rigido ed incapace di estendersi, di ampliarsi; l'altro interno che rapidamente si scioglie in molle e trasparente gelatina. Mentre le cellule figliali, per seguite e continuate bipartizioni, aumentano di numero, lo strato esterno della parete cellulare, forzato

---

[1] *De Algis unicell.* etc., Berolini, 1855.

dal cresciuto volume del contenuto, si rompe sollecitamente verso l'apice nella direzione trasversale, e ne deriva una sorta di operculo, precisamente come osservasi nelle cellule degli *Ophiocytium*: se non che questo non si distacca ed isolasi completamente, ma vien tosto sospinto in alto dallo strato interno della membrana, il quale, appena avvenuta la deiscenza, si distende formando una sorta di sacco trasparente dentro cui rimangono inclusi gli elementi figliali. Tanto l'operculo, quanto il restante lembo posteriore della membrana della cellula madre restano tenacemente aderenti al contorno di detto inviluppo nei punti originari d'adesione. Con altre parole si potrebbe dire: mentre il contenuto si scinde successivamente in 2, 4, 8, 16, ecc. parti, formasi intorno a queste un inviluppo gelatinoso, dentro cui essi elementi restano inclusi; crescendo il volume di detto integumento a misura che seguita la moltiplicazione di siffatti elementi, la parete della cellula madre, forzata necessariamente dall'aumentato volume del contenuto, è costretta a scindersi e si apre verso l'apice mediante una sorta di operculo.

Tav. XI

Cotesto processo di moltiplicazione cellulare ha per oggetto la costituzione di colonie palmelliformi, di forma e di dimensioni variabili, le quali per tutto il tempo della loro esistenza rimangono aderenti al substrato nella sede primitiva.

Le cellule si moltiplicano rapidamente restando sempre coinvolte dentro il descritto sacco gelatinoso. Questo conserva indefinitamente la sua primitiva trasparenza e prende più tosto l'aspetto di una ganga mucosa diffluentissima a contorno definito, cui la tintura di jodio non conferisce alcuna apprezzabile colorazione.

Le cellule sono suscettive di dividersi secondo le tre direzioni dello spazio: però i piani di scissione non si alternano con regolare successione. Ond'è che talora ne nascono delle serie cellulari semplici o multiple del tutto od in parte, oppure degli ammassi globoidi più o meno regolari.

Le colonie non raggiungono giammai delle dimensioni tali da rendersi visibili ad occhio nudo. Qualche volta misurano una lunghezza minima di 50 μ. Le dimenzioni ordinarie oscillano fra' 70 e 100 μ.

Tav. XI
Fig. 7-8

Compiuto lo sviluppo vegetativo delle colonie, le singole cellule divengono direttamente degli zoosporangi senza punto subire alcuna alterazione nella forma loro primitiva. Notasi bensì qualche volta un lieve aumento in volume, specialmente in quelle cellule destinate a generare 4 zoospore.

Le zoospore svolgonsi a 2-4 in ogni cellula; raramente si forma una sola zoospora.

Nelle cellule destinate a fungere da zoosporangi si nota di buon'ora nel contenuto la tendenza ad allontanarsi alquanto dalle pareti e di concentrarsi in unica massa sferoide a contorni ben distinti, la quale d'ordinario si spartisce trasversalmente e dà origine a due simili masse, oppure la divisione seguita fino a costituirsi a spese del contenuto di unico elemento quattro analoghe massicelle. Queste, rappresentano altrettante zoospore di cui spiccano ormai gli ocelli colorati in rossigno più o meno sbiadito.

Mentre il contenuto delle cellule vegetative si organizza in zoospore, comincia lentamente a diluirsi la gelatina ambiente; la parete degli zoosporangi si scioglie pur essa parzialmente da un lato e ne deriva un'apertura di grandezza sufficiente per il passaggio dei germi. L'uscita di questi ha luogo rapidamente, e tosto le zoospore si disperdono nel liquido ambiente. Talora per la incompleta dissoluzione della gelatina circostante, i germi, nella loro uscita, rimangono temporaneamente impigliati dentro l'inviluppo comune delle colonie; e quivi agitansi contraendosi e deformando il loro corpo a mo' di un'ameba fin tanto che riescono a superare l'ostacolo ambiente.

Le zoospore, esaminate libere, hanno l'apparenza di piccole massicelle ovoidi con la regione rostrale trasparente e lievemente sporgente. All'apice di questa osservasi *un solo ciglio* tenuissimo di cui la lunghezza importa circa una volta e mezzo quella dell'intiero corpo della zoospora. Al di sotto del rostro scorgesi un minutissimo ocello rossiccio e poche granulazioni lucide, irregolari; àvvi poi un ampio cromatoforo parietale che segue il contorno convesso della opposta estremità.

Senza tener conto del ciglio, la lunghezza del corpo delle singole zoospore varia da 3 a 5 μ.

Anche le zoospore di *Chlorothecium* sono dotate di fototactismo positivo. Il loro moto, favorito da opportune condizioni di luce, dura circa un' ora.

Come diretto prodotto dalla germinazione delle singole zoospore pervenute in contatto al conveniente substrato, notasi costantemente la costituzione di nuovi elementi isolati in forma di *Characium*.

La germinazione ha luogo tosto che il germe è pervenuto allo stato di quiete. Esso aderisce al substrato mediante la estremità rostrale. Il ciglio sparisce sollecitamente. Le colture fatte su porta-oggetti scoperti dimostrano come il ciglio stesso venga ritratto dal germe al momento della germinazione.

Durante la germinazione, le zoospore, cinte da distinta parete, s'ingrandiscono progressivamente, mentre sparisce ogni traccia di ocello. Copiose allora appariscono delle minutissime gocciolette oleose per scomparire poi quasi del tutto a sviluppo compiuto.

All' epoca delle mie prime indagini ogni studio rivolto alla ricerca delle fasi sessuali mi riusciva infruttuoso. Il materiale che potei procurarmi in seguito mi porgeva la occasione di colmare tale laguna.

Coltivando delle zoospore su porta-oggetti scoperti ed escavati a pozzetta nel centro, si osserva talora come alcuni germi, prima che cessi il moto, tendano a riunirsi in gruppetti a 3 a 3, oppure spesso in coppie e poi gradatamente a fondersi in un corpo unico. La fusione ha luogo irregolarmente come si può benissimo dedurlo dal tumultuoso agitarsi dei germi venuti in contatto. I cigli restano del tutto liberi. Compiuta però la copulazione cessa subito il movimento e ne nascono degli elementi sferoidi, i quali rimangono adesi sul fondo del vetrino.

Non avendo potuto fare opportune ricerche intorno alla dispersione delle zigospore nella naturale stazione dell' alga, parmi solo che in via di congettura si possa ammettere che una volta co-

Tav. XI. stituiti, tali germi si portino sul fondo della palude e quivi, trascorso un certo periodo di ibernazione, si svolgano.

Le mie colture provano che questo periodo è necessario alla conservazione dell' organismo e perchè avvenga la germinazione delle zigospore, richiedesi un certo preventivo intervallo di riposo. Infatti allo scopo di evitare la possibile distruzione di tali germi per parte di bacterî e altri parassiti nel caso di prolungato soggiorno di essi in acqua, avevo creduto opportuno di conservare i porta-oggetti adoperati nelle colture e contenenti alcune centinaia di zigospore allo stato di vita latente, in un ambiente perfettamente secco ed al riparo da forte insolazione e della polvere. In tali condizioni le zigospore si sono conservate intatte durante l'autunno e l'inverno del 1886-87, e nei primi di marzo, rimesse la zigospore in ambiente umido, essendo la temperatura dell' aria circostante di circa 16° C. potei osservarne la germinazione.

Fig. 10 Le zigospore mature ed allo stato di vita latente sono delle piccole cellule globoidi misuranti un diametro medio di 7-10 micr., involte da una membrana piuttosto spessa, ma liscia e trasparente. Dentro la cavità si osservano poche e grosse gocciole di materia oleosa, miste a altre granulazioni minutissime, irregolari, il tutto in modo da mascherare e rendere quasi invisibile il contorno dei cromatofori, sicchè tutta la cellula assume un colorito verde assai pallido.

Fig. 11-13. Durante la germinazione il contenuto riproduce a poco a poco i primitivi caratteri particolari alle cellule vegetative per scomparsa delle gocciole oleose, ed immediatamente si organizza e si spartisce in due massicelle sferoidi. Queste divengono altrettante zoospore come si rileva subito dall' apparizione degli ocelli rossicci. Così ogni zigospora acquista i caratteri di un vero zoosporangio.

La uscita delle zoospore ha luogo mediante rottura della parete della cellula madre nella direzione trasversale in due metà perfettamente eguali, nello stesso modo come una scatola di tabacco.

Il lembo superiore si solleva a mo' di coperchio, resta divaricato e permette la uscita dei germi, oppure si separa tosto totalmente e si disperde nell' acqua.

Un integumento speciale alle zoospore, che le coinvolga, non è visibile in quel momento; ma si può facilmente arguire che esso

esista, ma molto attenuato e trasparente, in quanto che detti germi, avvenuta la rottura della membrana, sembra debbano superare un qualche ostacolo prima di rendersi completamente liberi e sporgendo fuori dell' apertura si rivoltolano, si agitano e poi rapidamente si allontanano posti in libertà quasi per il subitaneo scoppio del sacco gelatinoso dentro il quale trovavansi coadunate.

Tav. XI fig. 11-13.

Sullo stesso porta-oggetti ho potuto seguire lo sviluppo delle zoospore; però di un piccol numero di esse poichè, stante la presenza di bacterî, appena arrestato il moto, i germi stessi prontamente disorganizzavansi. Non ostante, dai casi osservati, deducesi con sicurezza che tali germi servano al ritorno dell' organismo alle primitive condizioni comportandosi così nella identica guisa come i germi non copulati.

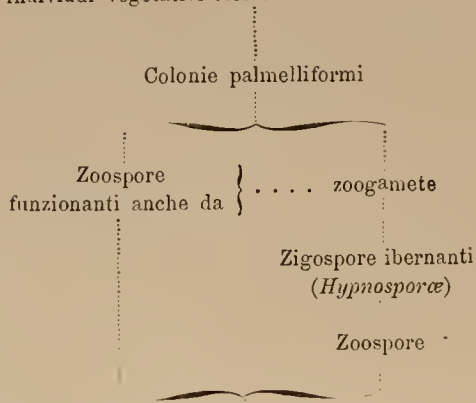
Riassumendo i dati suesposti, dobbiamo anzitutto rilevare come intime affinità legano questo genere al *Mischococcus corfervicola*. In ambo queste due forme di Cloroficee lo sviluppo compiesi mediante due fasi distinte. Nel *Chlorothecium Pirottæ* gli elementi da principio nascono isolati, a mo' di *Characium*, in contatto al substrato. Il ritorno a questa forma di sviluppo esige la costituzione di colonie palmelliformi e di germi mobili unicigliati da queste derivanti. In via agamica tali germi riproducono direttamente e sollecitamente la forma primitiva; avvenuta la copulazione fra essi, ne nascono dei zoosporangi ibernanti. Le zoospore, che da questi prendono origine, servono, come le precedenti, a ricondurre l' organismo alla originaria forma. In tal guisa evidente apparisce la importanza della moltiplicazione sessuale rispetto a quella agamica presso questo organismo. Le zoospore possono funzionare da gamete e lo adempimento di questo solo ufficio presenta all'alga il vantaggio di poter garentire la propria esistenza attraverso le variabili e soventi sfavorevoli condizioni dello ambiente.

Lo schema dello sviluppo del *Chlorothecium Pirottae* è il seguente :

Individui vegetativi isolati a mo' di *Characium*

Colonie palmelliformi

Zoospore funzionanti anche da . . . . zoogamete

Zigospore ibernanti (*Hypnosporæ*)

Zoospore

Individui vegetativi isolati a mo' di *Characium*.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XI.

Fig. *1.* — Cellule vegetative in forma di *Characium.*

» *2-6.* — Stadi di sviluppo delle procedenti.

» *7-8.* — Genesi delle zoospore.

» *9.* — Gamete in via di copulazione.

» *10.* — Zigospore mature ibernanti.

» *11-12.* — Germinazione delle zigospore.

» *13.* — Cellule vegetative nascenti derivanti dalle zoospore rappresentate dalla fig. 12.

Ingr. = 450.

CHARACIOPSIS, gen. nov.

Characium, A. Br. in Ktz. *Spec. Alg.*, 208 (ex parte);
Hydrianum, Rabenh., *Flor. eur. Alg.*, III, 87 (ex parte).

Algæ unicellulares, cellulis chromatophoro unico v. chromatophoris paucis, laminæformibus, parietalibus, absque pyrenoidibus, donatis. Zoosporæ ovales v. ovato-oblongæ, cilio unico, ocello laterali rubro vel rarissime achroo præditæ. Zoogametæ zoosporis omnino conformes.

Individua duplicis indolis, i. e.:

1. *Agamica:* cellulis (characioideis) solitariis, oblongis, ovatis v. subglobosis, basi in stipitem hyalinum, plus minus attenuatis et substrato adnatis. Multiplicatio zoosporis 4-8, raro 16, in singula cellula, contenti bipartitione succedanea ortis, membrana matricali lateraliter v. ad apicem soluta, mox liberatis et germinantibus. Individuorum agamicorum generationes plerumque numerosæ, indefinitæ, denique, contenti divisione vegetativa ad unam directionem vel secus omnes directiones alternante, ad statum sexualem transeuntes.

2. *Sexualia* (ubi cognita): cellulis globosis, sparsis, vel 2-numerosis in familias irregulariter coadunatis, membrana tenui, hyalina. Divisio vegetativa repetite binaria secus omnes directiones alternans. Multiplicatio zoogametis 1-2-4 in singula cellula, omnino immutata, membrana matricali lateraliter soluta, examinantibus et copulationis ope in zygosporas transmutatis.

Zygosporæ globosæ, membrana crassiuscula, leve, achroa, contento olaginoso, evolutionis tempore in 1-2 zoosporas mox germinantes et novas individuorum agamicorum generationes ferentes, elabescente.

*) *Individua agamica sessilia aut stipite brevissimo indistincto suffulta.*

1. **C. subulata** mihi (*Characium subulatum*, Al. Br., l. c. 47, tab. V, G). Individua agamica cellulis sæpe gregariis, basi in disco applanato, fuscescente, dilatata, facile confluentibus, anguste v. lineari-suboblique lanceolatis, superne subulato-acuminatis, 10-20 ≈ 4-6 μ; chromatophoris 2-4; zoosporis 2-4 in singula cellula, 4-6 ≈ 2 μ. Status sexualis adhuc ignotus.

2. **C. gibba** mihi (*Characium gibbum*, Al. Br., l. c. 45, tabul. III, D; *Hydrianum gibbum*, Rabh., l. c. 89). Individua agamica cellulis globosis, subsessilibus, excentrice et brevissime stipitatis; stipite basi vix dilatato, ad 8-10 μ latis, chromatophoris 1-2; zoosporis 1-2-4 in singula cellula, breviter ovatis. Status sexualis ignotus.

**) *Individua agamica plus minus distincte stipitata.*

3. **C. minuta** mihi (*Characium minutum*, A. Br., l. c. 46, tabul. V, F). Individua agamica cellulis oblique lanceolatis v. oblongo-lanceolatis, apice acutis aut in acumen breve subobliquum, hyalinum protractis, aut obtusiusculis, basi in stipitem brevem nodoso-incrassatum substrato adfixis; 15-25 ≈ 5-6 μ, chromatophoris 4-8; zoosporis 4-5 ≈ 2-3 μ. Forma sexualis cellulis sphæricis, 4-6 μ latis; zoogametis ovatis, 3 μ longis.

4. **C. longipes** mihi (*Characium longipes*, Rabh., Alg. dec. XVIII, n. 171; Al. Br. l. c. p. 43, tab. V, D). Individua agamica cellulis suberectis v. inclinatis, suboblique lanceolatis, apice in acumen hyalinum, erectum v. subobliquum productis, stipite elongato, gracile, basi in nodulum subcoloratum incrassato; chromatophoro unico, amplo, laminæformi, parietali vel chromatophoris 2; 20-35 ≈ 6-10 μ (stipite incluso); zoosporis 2-4 in singula cellula. Status sexualis ignotus.

? 5. **C. acuta** mihi (*Characium acutum*, Al. Br., l. c. 41, tab. C; *Hydrianum acutum*, Rabh. Fl. eur. alg. III, 87). Individua agamica cellulis ovatis v. ovato-lanceolatis utrinque sensim attenuatis, apice acutis vel leniter acuminatis, stipite elongato, gracile, dimidiæ fere cellulæ longitudine, basi disco atropurpureo aucto; chromatophoris 1-2 in singula cellula; 20-25 ⨯ 6-10 μ (stipite incluso); zoosporis . . . . . . Status sexualis ignotus.

? 6. **C. pyriformis** mihi (*Characium pyriforme*, A. Br. l. c. 40, tab. V, B; *Hydrianum pyriforme*, Rabh. l. c. 8). Individua agamica cellulis obovato-clavatis, apice rotundatis, basi in stipitem tenerrimum cellulæ dimidiæ circiter longitudine sensim attenuatis; chromatophoris 2-4; 18-25 ⨯ 5-10 μ; zoosporis . . . . .

Il genere *Characium* (incl. *Hydrocytium* Rabh. e *Hydrianum* Rabh.) tal quale trovasi delimitato nelle più moderne opere di Algografia, abbraccia delle forme di un valore sistematico molto disparato. Parecchie di esse infatti, state già descritte come specie distinte e autonome, probabilmente non rappresentano che degli stadi germinativi di zoospore di differenti Cloroficee, spesso Conferve, Cladofore, *Stigeoclonium*, *Chætophora*, *Ulothrix*, etc. Poche forme forse offrono nel loro svolgimento qualcosa a se, d'indipendente, e che valga a giustificare ancora la conservazione del genere *Characium* e sono appunto alcune di quelle alle quali si riferiscono le ricerche del Reinhardt (1). Ivi gli elementi si distinguono facilmente per la presenza di un ampio cromatoforo parietale, a mo' di placca, provvisto nel suo centro di un distinto pirenoide a indumento amilaceo. Tale struttura persiste immutata in tutti gli stadi di sviluppo dell'organismo e costituisce un carattere di fondamentale importanza, colla scorta del quale riesce facile mettere in rilievo e distinguere altre forme, già confuse coi *Characium*, assumendole come tipo di un genere distinto, che chiamerò *Characiopsis*.

Tav. XIV.

(1) Nei *Protocoll d. Sectionssitz. d. V. Versamml. russ. Naturf. u. Aerzte in Warschau*. Warschau, 1876.

Tav. XIV. Presso queste ultime gli elementi possiedono uno o più cromatofori parietali, laminari, privi di pirenoide, incapaci di produrre materia amilacea e tutto al più della sostanza oleosa. In complesso tali specie concordano nella fondamentale struttura dei loro elementi coi *Mischococcus* e *Chlorothecium*, secondo quello che abbiamo altrove rilevato.

Il numero delle forme descritte col nome di *Characium* e che offrono tali particolarità di struttura nelle loro cellule, non è facile a precisarsi, stante la maniera molto incompleta colla quale troviamo redatte le descrizioni degli autori; nè meno gli esemplari da erbario porgono argomento di sicure deduzioni. Tuttavia una forma sulla quale non parmi possano cadere di dubbi e che con contezza debba assumersi come tipo del nuovo genere *Characiopsis* è il *Characium minutum* di Al. Braun (2). I tratti caratteristici di quest'alga non sono sfuggiti all' attenzione dell' eminente botanico berlinese e leggendo la descrizione riferita e le note che l' accompagnano facilmente si riconoscono, sotto la indicazione di *cytioplasma aut homogeneum aut altero latere magis condensatum, continuum, aut maculis nonnullis pallidioribus (lacunis) interruptum et variegatum, nonnumquam globulos numero varios (oleosos?) continens*, i caratteri fondamentali del genere *Characiopsis*. Uno studio alquanto particolareggiato riflettente tanto la struttura degli elementi, quanto lo sviluppo, avvalora meglio tale giudizio ed è questo appunto lo scopo della presente nota.

La *Characiopsis minuta* (Al. Br.), cresce in forma epifitica sul corpo di varie Alghe. Io la ho rinvenuta frequente sui grossi filamenti della *Spirogyra crassa* Ktz. nel padule di Ortora. In questa località siffatta Coniugata suole compiere il suo ciclo di svolgimento da novembre in marzo. Le zigospore provvedono alla conservazione della pianta nei mesi successivi, specie durante il prolungato disseccamento cui soggiace il padule fino al sopraggiungere delle pioggie d'autunno. È perciò naturale che anche lo sviluppo della *Ch. minuta* debba subire una interruzione durante tutto questo tempo e compiersi in una maniera ben differente di quello che ci è ordinariamente noto.

---

(2) *Alg. Unicell. gen.* etc. pag. 46-47, tav. V, F.

Per studiare l'Alga in tale fase mi sono valso di speciali colture. TAV. XIV
Nulla è di più facile che coltivare dei fili di *Spirogyra* dentro un recipiente qualunque. Un piccolo numero di fili, scelti fra' più sani e vegeti, basta in breve tempo per dar luogo a copiosa vegetazione; occorre all'uopo di tanto in tanto trasportare i fili stessi in nuovo recipiente e rinnovar l'acqua. Le vaschette, delle quali mi sono servito in tali colture, venivano dapprima esposte ad una temperatura di 70°-80° C. allo scopo di allontanare possibilmente i germi di estranei organismi; impiegando per le colture dell'acqua ordinaria di fonte fatta prima passare attraverso uno spesso filtro di carbone o della carta bibula, si riusciva altresì a mantenere scevre in gran parte le coltivazioni stesse d'impurità e segnatamente di germi di altre alghe. Sebbene questo metodo non fosse così rigorosamente appropriato per ottenere delle colture interamente non influenzate da esterni elementi, tuttavia non si può dubitare della sua efficacia applicandolo allo studio della biologia delle Alghe; i risultati favorevoli conseguiti in alcuni casi confermano pienamente ciò.

Infatti seguendo tale sistema e scegliendo all' uopo per mezzo del microscopio dei fili di *Spirogyra crassa* in pieno sviluppo e formanti da substrato a individui di *Characiopsis minuta*, riuscivo nel corso della primavera del 1884 a studiare in maniera pressochè completa lo sviluppo di quest' ultima alga.

Lo svolgimento della *Ch. minuta* abbraccia due fasi distinte che regolarmente si alternano tra di loro e rispondono ad altrettante differenti condizioni della stazione propria a quella pianta: sono la fase agamica e quella sessuale.

Lo stadio agamico è contraddistinto da una particolar forma che gli individui assumono in quel tempo e dalla maniera loro di riprodursi e ripetersi per indefinito numero di generazioni per mezzo di zoospore.

Gli individui agamici di *Ch. minuta* sono stati in molte loro particolarità descritti e figurati da Alessandro Braun (3). Sono delle

(3) l. c. p. 46-47, Tav. V, F.

Tav. XIV. cellule di forma ovale-bislunga o a dirittura bislunga, gradatamente assottigliate verso l'alto; quivi terminano ora in breve mucrone diritto Fig. 1. o talora alquanto obliquo, ora l'apice stesso finisce ottusamente od è insensibilmente appuntito. La base è prolungata in una sorta di gambo o stipite molto corto, che in ultimo forma un minutissimo rigonfiamento, sovente un po' depresso, col quale la cellula stessa aderisce alle cellule di *Spirogyra* e di altre Alghe. L'adesione è però resa intima mediante la secrezione di una materia rosso-brunastra costituente torno torno alla base dello stipite un ampio cercine o collaretto appiattito, a mo' di disco a contorni molto irregolari. Quando molti individui nascono sopra uno spazio alquanto ristretto si stabilisce una perfetta continuità tra' diversi collaretti delle differenti basi d'inserzione, formandosi così un'ampia placca dalla quale pare si elevano gli individui stessi.

Ho voluto ricercare la natura di detta produzione la quale sembra assai diffusa attorno gli stipiti di molte altre Alghe epifitiche (*Characium*, *Ophiocytium*, *Oedogonium* etc.) e rinviensi altresì nei fili reptanti di *Entonema*, *Endoclonium*, etc. costituendo una vera guaina rosso-brunastra nelle regioni di adesione de' filamenti stessi col corpo di talune Conferve.

La materia di cui è parola sembra formata da granulazioni irregolari conglobate insieme assai confusamente. La tinta brunastro-rossiccia resta immutata in seguito a trattamento con acidi minerali e colla potassa. Se s'impiega l'acido cloridrico e quindi si fa agire il cianuro di ferro potassico la materia acquista subito un bel colorito azzurro. Impiegando invece l'acido nitrico e poi il solfocianato potassico la colorazione diventa di un rosa pallido. Queste ultime reazioni sono sufficienti per poter concludere che trattisi precisamente di una materia ferruginosa pari a quella che, come è noto, trovasi depositata sui fili di varie specie di *Conferva* (4) e della *Crenothrix Kühniana* Zopf (5) formando ivi una vera guaina.

La parete cellulare è sottile, liscia, trasparente. Il mucrone e lo

---

(4) Cohn, nei *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, vol. I, fasc. 1°, pag. 119.

(5) Hanstein, *Ueber eine mit Eiseinoxydhydrat umkleidete Conferve*, nei *Sitzungsb. d. Niederrh. Ges. in Bonn*, 6 maggio 1878.

stipite si vedono formati di una sostanza scolorata dello aspetto di una gelatina alquanto resistente che gli acidi minerali sciolgono prontamente.

Tav. XIV.

Fig. 1.

Il contenuto, quanto alla sua organizzazione, offre strette analogie con quello delle cellule delle altre Sciadiacee fin qui esaminate. Coll' impiego dell' acqua jodata risaltano distinti i contorni dei cromatofori: essi sono delle placche clorofillacee leggermente inspessite nel centro, debolmente colorate in verde e che stanno adagiate di contro alle pareti. Per ogni cellula se ne contano ora 2, ora 4, di rado 8, secondo le dimensioni degli elementi stessi, e occupano spesso una posizione obliqua. Nè il jodio, nè i reagenti picrinati accennano a presenza di pirenoide.

Nelle cellule viventi riesce spesso difficile seguire i contorni dei cromatofori per via di numerosi e minutissimi corpi di varia natura giacenti in seno al plasma. Alcuni di essi assumono l' aspetto di gocciole oleose, per cui l' intiero contenuto prende un' apparenza quasi omogenea ed un colorito tendente pressochè all' azzurrognolo. Non di rado, frammisti a detti corpuscoli, si notano dei minutissimi granuli solidi, irregolari o di una apparenza quasi cristallina e lucidi, che resistono all' azione dell' acido acetico e solforico, ma che nella potassa e nell' acido cloridrico a caldo lentamente si sciolgono. Quindi parrebbe si trattasse di solfato calcico per quanto la piccolezza di detti granuli lascia dei dubbi circa alla loro forma cristallina.

In alcuni individui si riscontrano ancora dei corpi rossastri tondeggianti somiglianti a gocciole di una materia grassa, tal quale talora occorrono nei sifoncini delle specie di *Ophiocytium* e in qualche forma di *Polyedrium* ecc. giusta le indicazioni date dal Nägeli (6). Anche lo stesso A. Braun ha notato la medesima produzione in individui adulti della *Ch. minuta*.

Una forma di sviluppo particolare e caratteristica agli individui descritti è quella per zoospore. Dati sicuri relativi a siffatto processo mancano nell'opera di A. Braun. A questo proposito l'insigne botanico scrive soltanto di aver notato delle cellule a contenuto diviso in 2, 3 o 4 parti senza poi precisare se si trattasse di una formazione di

(6) C. Naegeli, *Gattung. einzell. Alg.*, Zürich, 1849, pag. 82-83 e 88, tav. IV, fig. A, 2 e B 1-4.

Tav. XIV. zoospore incompiuta o di zoospore germinanti all'interno della propria cellula madre. L'Autore attesta di avere inoltre sorpreso delle zoospore libere vaganti nelle prime ore del giorno in mezzo a fili di *Oedogonium*, ai quali aderivano, dando luogo a nuovi individui normali di *Ch. minuta*.

Fig. 2. Lascia dei dubbi l'asserzione del Braun, circa allo scarso numero di germi mobili contenuti in una stessa cellula, che egli abbia visto effettivamente delle zoospore in formazione, imperocchè il numero normale di esse importa 8 per ogni cellula. All'epoca in cui esse nascono le gocciole di materia oleosa del contenuto lentamente si sciolgono e poi spariscono, mettendo in evidenza la forma dei cromatofori. Quindi il contenuto medesimo apparisce spartito successivamente in 2, 4, 8 parti, che assumono spesso una posizione obliqua. Eccezionalmente formasi un maggior numero di germi, e ciò in elementi vegetativi più grandi. In questo caso il contenuto si spartisce anche nel senso longitudiuale.

Fig. 3. Verso le ore mattutine comincia la emissione delle zoospore. A tal'uopo la parete si scioglie a cominciare dall'alto, e tosto i germi guadagnano il liquido ambiente. Mentre questi escono, seguita la dissoluzione della parete, fintanto che, a emissione compiuta, della cellula madre non rimangono come avanzo che la sua regione inferiore vuotata e lo stipite.

Durante la uscita delle zoospore notasi come queste, pare, incontrino una certa difficoltà a liberarsi immediatamente e restano per pochi istanti accumulate intorno alla sommità della propria cellula madre rivoltolandosi e agitandosi vivacemente quasi fossero trattenute da un ostacolo vicino. Il che fa supporre la esistenza di un comune inviluppo gelatinoso cingente le zoospore, assai tenue e trasparente per poter essere distinto cogli ordinarî mezzi di osservazione, a meno che la detta difficoltà non tragga dalla stessa membrana cellulare non ancora interamente disciolta.

Fig. 4. Le zoospore sono dei corpi di forma ovale od ovale-rotonda, colla estremità rostrale jalina, alquanto assottigliata. In questa regione si nota versò il margine un granulo rossigno che riveste i caratteri di un grosso e prominente ocello. Al rostro s'inserisce un esile ciglio lungo un po' più del corpo della zoospora stessa. Ogni germe pos-

siede inoltre un semplice cromatoforo situato ordinariamente sopra uno dei lati lasciando così scoperta e trasparente la estremità opposta al ciglio. Tav. XIV.

Il moto delle zoospore cessa dopo poche ore, e i germi si arrestano in contatto ai fili di *Spirogyra* o di altri corpi circonvicini. Nelle mie colture ne ho sorprese parecchie aderenti alle pareti del recipiente. Possono anche rimanere immobili alla superficie dell' acqua. In tutti i casi germinano nella maniera identica. Sparisce, cioè, tosto ogni traccia del ciglio e al posto di questo compare un esiguo bottoncino di materia gelatinosa che serve di mezzo di adesione del germe al substrato. Crescendo il volume del germe stesso, apparisce ognora più distinta la membrana cellulare; il cromatoforo s' ingrandisce e poi, in direzione obliqua, si divide, mentre compariscono nuove granulazioni oleose nel contenuto.

In tal modo hanno origine nuovi individui agamici di *Ch. minuta* identici in tutto ai precedenti. Tre o quattro giorni sono sufficienti perchè si compia detto sviluppo; allora gli individui figliali sono suscettivi di rinnovare il medesimo processo moltiplicativo. E così di seguito nella stessa guisa si ripetono parecchie nuove generazioni di elementi agamici caracioidei. Fig. 5.

Seguendo lo sviluppo delle suddescritte generazioni agamiche fino ai primi di marzo, vale a dire in sino all' epoca in cui i fili di *Spirogyra* persistono allo stato vegetativo nulla si nota di nuovo nelle colture fatte in laboratorio ed in quelle all' aperto dentro vasche di terracotta; le generazioni di individui agamici si succedono regolarmente senza interruzione. Nel corso del mese di marzo segue la copulazione dei filamenti di *Spirogyra* e le zigospore mature si disperdono nel fondo dell' acquario insieme ai resti delle membrane cellulari. Raccogliendo sopra un filtro siffatta poltiglia e poi tornando a sottometterla a coltura in acqua rinnovata, si osserva, dopo una settimana circa, nei singoli elementi di *Characiopsis minuta*, un notevole cambiamento quanto al modo di sviluppo od almeno nella più parte di essi.

Tali cambiamenti contraddistinguono un secondo periodo di esistenza dell' organismo caratterizzato dalle produzioni di germi sessuali.

Tav. XIV. La durata di questa nuova fase è assai variabile e non credo di errare ammettendo che essa persista fino a che le condizioni d'umido ambienti sieno rimaste immutate. Queste essendo variabili per durata in natura, rimangono indeterminati i limiti di conservazione dell'organismo in tale stato.

Fig. 6. Il passaggio alla fase sessuale si compie mediante ripetuta e continuata bipartizione del contenuto cellulare degli individui agamici; onde ne derivano delle colonie di cellule globoidi, che si disperdono nel fondo del recipiente, formando degli irregolari cumoli. Nella struttura fondamentale detti elementi perfettamente concordano con quelli d'indole agamica, salvochè possiedono un solo cromatoforo. Essi sono suscettivi di scindersi e moltiplicarsi vegetativamente per alcun tempo. Ma questa maniera di sviluppo cessa ben tosto per ceder posto alla produzione di germi mobili o meglio a delle zoogamete.

Fig. 7. Le zoogamete sono interamente somiglianti alle zoospore quanto alla forma e struttura; possiedono soltanto un ocello meno distinto, di Fig. 8. color rossigno e sono un po' più piccole. Nascono a 1-2-4 in ogni elemento vegetativo e, come le stesse zoospore, vengono messe in libertà per un ampio foro che si pratica da un lato della parete cellulare.

La copulazione delle zoogamete compiesi quasi immediatamente dopo la loro uscita; tuttavia i germi non copulati sono capaci di conservare il movimento una mezza giornata circa e, come al solito, molti di essi, rimasti allo stato libero, e isolati, cessato il moto, prontamente periscono.

Fig. 9. Nulla di notevole presenta la copulazione delle zoogamete. Il fenomeno si compie nelle prime ore mattutine. Collocando sopra un portaoggetti una gocciola d'acqua contenente delle zoogamete libere, si può agevolmente seguire il processo copulativo in tutte le sue particolarità. Ordinariamente la copulazione avviene fra due soli germi assai irregolarmente. Sovente i due germi, venuti in contatto, si fondono per la regione laterale giacendo l'uno verso l'altro in posizione obliqua o parallela. I cigli rimangono sempre intatti e servono per alcuni minuti ancora, dopo avvenuto l'accoppiamento, come organi di locomozione. Anche gli ocelli rossigni persistono visibili.

Eccezionalmente vengono in contatto 3 o 4 zoogamete e si fondono insieme in unica zigospora per qualunque parte del loro corpo.

Differenze morfologiche esteriori apprezzabili non esistono fra le diverse zoogamete. Per quanto somigliantissime alle zoospore, la loro destinazione allo adempimento della funzione sessuale non lascia dei dubbi; e che a tale ufficio esse sieno esclusivamente deputate è provato dalla pronta disorganizzazione, cui soggiacciono, allorquando non avviene la copulazione. Notisi però che scarso è relativamente il numero di quelle zoogamete che vengono in contatto e che si accoppiano anche nel caso in cui moltissime si muovano in uno spazio assai ristretto (come p. e. dentro una gocciola d'acqua); il chè indurrebbe ad ammettere una certa differenza fisiologica e che il numero degli elementi mascolini o dell'un sesso, superasse di gran lunga quelli dell'altro: sproporzione che trova evidenti e estesi riscontri nella generalità delle piante. Tav. XIV.

Difficoltà materiali di varia natura m'impedivano di approfondire meglio le mie cognizioni sullo sviluppo e sulla germinazione delle zigospore. Così è, che solo in via di congettura mi è possibile stabilire il fatto che esse sieno i soli organi capaci di conservare l'organismo durante il disseccamento, cui soggiace l'alga, nella sua naturale stazione. Mediante quali disposizioni morfologiche esse adempiano a tale ufficio e a qual tempo, non saprei dirlo. Nelle mie vaschette le zigospore pervenivano a completa maturazione nel corso di 8-10 giorni e tosto germinavano. In quello stadio assumevano tutti i caratteri di una vera cellula vegetativa a parete sottile, ma distinta, includente uno o due cromatofori. In principio esse mostravano visibile la traccia degli ocelli delle due gamete copulate; più tardi questi sparivano e cominciava a notarsi una copiosa e crescente segregazione di materia oleosa in minutissime gocciolette; con ciò il contenuto prendeva una tinta verde tendente al grigiastro, restando mascherati i contorni dei cromatofori. Di amido mancava anche in questo stadio il benchè minimo accenno. Fig 10.

Le zigospore germinano nel modo stesso come abbiamo già detto per lo sviluppo delle cellule madri delle zoogamete, ai quali elementi esse sono poi somigliantissime per forma e per dimensioni. Il prodotto della germinazione è una zoospora o tutto al più due zoospore. Queste sono identiche a quelle provenienti dalla forma caracioidea originaria. Notasi pure un ocello rossigno ben distinto e prominente sul contorno. Esse si comportano nel loro sviluppo nella maniera stessa come le Fig. 11. Fig. 12.

Tav. XIV. precedenti e in contatto ad un substrato solido sono suscettive di iniziare nuove generazioni di individui agamici identici a quelli dei quali ci siamo occupati nelle riferite ricerche.

Riassumendo i risultamenti delle indagini precedenti possiamo compendiare nel seguente schema l'intiero ciclo di sviluppo della *Characiopsis minuta.*

A) Fase agamica: Generazioni di elementi caracioidei a sviluppo indefinito per zoospore 1cigliate

B) Fase sessuale: Generazioni di elementi protococcoidei a sviluppo vegetativo

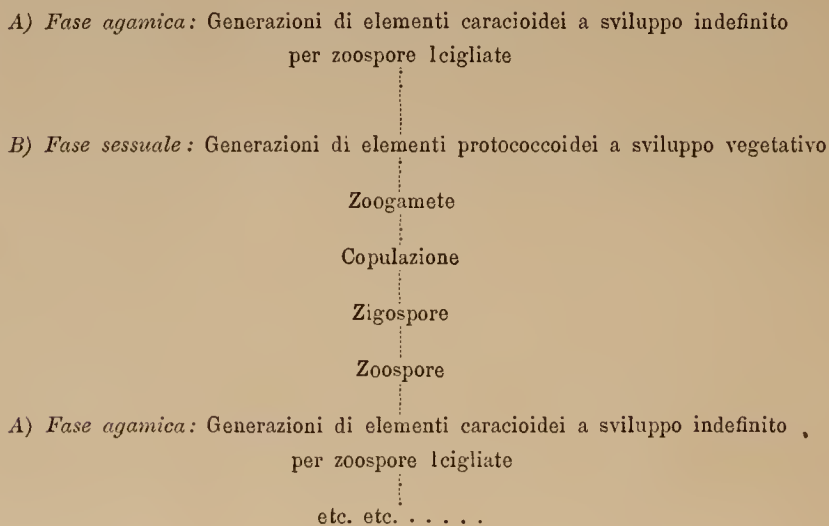
Zoogamete

Copulazione

Zigospore

Zoospore

A) Fase agamica: Generazioni di elementi caracioidei a sviluppo indefinito per zoospore 1cigliate

etc. etc. . . . . .

A pagina 153 ho espresso il dubbio che talune forme, ascritte dagli Autori ai generi *Characium* e *Hydrianum* sieno in fatto da riferirsi al nuovo genere *Characiopsis.* In maniera sicura è applicalile questo ravvicinamento alle forme note coi nomi di *Characium subulatum,* A. Br. *Ch. gibbum* A. Br. e *Ch. longipes* Rabh. per quanto non Fig. 13.-15 si hanno indizii certi intorno alla fase sessuale. Presso queste forme, astrazion fatta da talune particolarità esteriori d'indole secondaria, le cellule presentano una struttura perfettamente identica a quella degli elementi caracioidei della *Characiopsis minuta.* Non diversa conformazione offrono le zoospore medesime, pur esse generate in piccol numero all' interno dei singoli elementi vegetativi. Lo stesso non può

dirsi del *Characium acutum* A, Br. e *Ch. pyriforme* A. Br., specie a me note molto imperfettamente. Tuttavia le indicazioni, che possiamo dedurre dalle descrizioni e dalle figure contenute nella magistrale opera di A. Braun, dànno un certo grado di probabilità alla supposizione che anche dette forme sieno da riferirsi al genere *Characiopsis* e che ancora altre rimangano confuse fra' *Characium* cui spetti una sistematica ubicazione meno incerta, qualora non si tratti poi di forme metagenetiche di altre Sciadiacee o Confervacee. Questo dubbio non mi sembra del tutto infondato quanto al *Characium pyriforme,* il quale pare non essere altro che semplice stadio di svolgimento di qualche *Ophiocytium.*

Quanto alle affinità del gen. *Characiopsis* è certo che esso debba riferirsi alla famiglia delle Sciadiacee. La considerazione dei generi *Mischococcus, Chlorothecium* e *Characiopsis* ci permette di stabilire qualche confronto coi generi *Peroniella* Gobi, *Sciadium* A. Br. e *Ophiocytium* Näg. Per quello che si sa intorno a queste ultime forme, quanto alla struttura degli elementi vegetativi e delle zoospore, possiamo concludere che anche esse rimangano assai intimamente collegate ai precedenti generi da identiche condizioni d'organizzazione.

Consideriamo infatti anzitutto il genere *Peroniella* colla scorta delle indicazioni attinte al lavoro del sig. C. Gobi relativo a questo singolare organismo (7). Gli individui agamici della *Peroniella Hyalothecae* crescono aderenti ai fili di *Hyalotheca mucosa* Ehr. a mo' di una *Characiopsis,* del *Chlorothecium Pirottae* ecc. per intermediario di un lungo e gracile stipite jalino, che alla base si dilata in forma di disco. Le cellule, di forma sferica, sono provviste di un cromatoforo o di pochi cromatofori laminiformi, privi di pirenoide, tanto che il contenuto sembra di essere omogeneamente colorato in verde. A maturità il contenuto medesimo si divide in 7-8 zoospore che divengono libere per lacerazione delle pareti della cellula madre. Detti germi sono muniti di un solo ciglio e mancano di ocello. Dallo sviluppo di essi procedono nuove generazioni di elementi identici a quelli precedenti.

---

(7) C. GOBI, Peroniella Hyalothecae, *eine neue Süsserwasseralge*, con 1 tav., nei *Scripta botanica Horti petropolitani*, vol. I, pag. 1-18, tav. I, 1887.

Oltre a zoospore, sono stati osservati dal signor Gobi dei gonidi immobili, veri elementi protococcoidei, che, formatisi per partizione del contenuto cellulare e quindi espulsi e liberati, pervenivano sul substrato, ove alcuni aumentavano di volume, soggiacendo, come sembra, a uno sviluppo differente da quello particolare alle zoospore.

Presso a poco le medesime condizioni di struttura e di svolgimento contraddistinguono i generi *Sciadium* e *Ophiocytium* giusta le ricerche di A. Braun (8) e del Nägeli (9), e per quello che so per mia propria esperienza (10). Le cellule, o individui agamici, sono in forma di esile sifoncino, cilindrico, diritto o più o meno curvo e persino ritorto ad elica, di una lunghezza molto variabile. Aderiscono al substrato mediante uno stipite cortissimo, dilatato in disco alla base (11).

---

(8) *Op. cit.* pag. 48, tav. II, A.

(9) *Op. cit.* pag. 87, tav. IV, A.

(10) Molte forme riferibili al gen. *Ophiocytium* sono state oggetto di ricerche da parte mia, ma con esito poco soddisfacente per quello che spetta lo sviluppo. Ho potuto bensì approfondire alquanto taluni dati morfologici e dei quali sarà ora detto.

(11) Questa è regola generale. Eccezionalmente le zoospore possono svolgersi alla superficie dell' acqua o in condizioni tali da essere impedito il contatto loro col substrato; allora si formano degli individui liberi, tali come sono descritti dagli Autori. Quando avviene questo caso, lo stipite, che è trasformazione della regione rostrale della zoospora, resta assottigliato all' apice in forma di spina o mucrone, o tutto al più s' ingrossa appena a mo' di capocchia, mentre in contatto al corpo di una Conferva o di altro substrato, l' apice stesso si inspessisce e dilatasi a mo' di disco. Ciò si osserva sovente nei diversi individui di una medesima specie, considerati in stazioni differenti. La mancanza assoluta di stipite si osserva in tutti quegli individui provenienti dalla germinazione di gonidi immobili. Non possono quindi accettarsi come buone quelle specie fondate appunto su tale particolarità (*O. parvulum* A. Br., *O. circinnatum* Wolle). Lo stipite non essendo effettivamente un mucrone o qualsiasi altra appendice cellulosica accidentale, ma un vero sostegno proveniente da sviluppo particolare del rostro delle zoospore, non si possono dare degli individui liberi provvisti all' estremità di appendici spiniformi quali sono state descritte e considerate dal Wolle (*Freshw. Algæ of U. S.*, pag. 176, tav. CLVIII) come caratteristiche dell' *Ophiocytium cuspidatum* e *capitatum*, a meno non si ammetta che tali specie non rappresentano che delle forme aberranti provenienti dalla fusione congenita di due zoospore di *Ophiocytium*, dello stesso valore che sono i *Raphidium* rispetto a varie Conferve. Non si potrebbe allo stato presente delle nostre conoscenze decidere tale quistione, nè meno siamo in grado di affermare se tali forme, come sospetta il De Toni (*Syll.* p. 592 e 614) sieno affine ai *Polyedrium* o

Ogni cellula possiede un grande numero di cromatofori e che può essere anche grandissimo negli individui assai sviluppati in lunghezza. Essi hanno tutti i caratteri dei cromatofori di *Mischococcus, Chlorothecium* e *Characiopsis;* non elaborano materia amilacea e la sostanza ternaria si deposita sotto forma di minutissime gocciole oleose. Anche le zoospore degli *Ophiocytium* sono perfettamente identiche a quelle di detti generi e dal loro sviluppo prendono origine nuove ed indefinite generazioni di individui simili a quelli descritti. Notasi inoltre in alcune specie di *Ophiocytium* e dello stesso *Sciadium* la produzione di gonidi immobili procedenti da divisione, in apparenza, simultanea del contenuto cellulare. Sebbene lo sviluppo ulteriore di detti organi ci resta tuttora oscuro, è facile un ravvicinamento di essi con quegli stessi elementi protococcoidei che provengono dagli individui agamici di *Characiopsis* e *Chlorothecium* e che, secondo me, contraddistinguono la fase sessuale di detti organismi.

Ciò premesso, la famiglia delle Sciadiacee rappresenta un tutto indiscutibilmente omogeneo e naturalissimo. Bastano a definirla, a

---

simili, mancando precise indicazioni sulla struttura dei cromatofori e sulla maniera di svolgimento.

Da tali considerazioni io sarei indotto a ritenere che il genere *Ophiocytium* possa meglio ridursi nei suoi confini escludendo talune forme che la esperienza insegna non essere altro che degli stati di svolgimento di altre. Di più, allo stesso genere puossi benissimo riferire lo *Sciadium Arbuscula* A. Br. seguendo l'esempio di Rabenhorst (*Fl. Eur. Alg.* III, p. 66), specie che solamente differisce dalle altre forme descritte col nome di *Ophiocytium* per essere le cellule vegetative costantemente dritte. Nè meno la costituzione degli individui in eleganti colonie dendroidee, quali sono state descritte e figurate da A. Braun varrà a distinguere lo stesso *Sciadium* dai veri *Ophiocytium;* quivi parimenti le zoospore possono restare adese sull'orlo dell'apertura apicale per la quale deisce la cellula madre e germinando ivi, dar luogo a una seconda generazione d'individui figliali, a cui può seguire un terzo ordine di generazioni identiche. Epperò rimangono sempre più manifeste le affinità generiche dello *Sciadium Arbuscula* cogli *Ophiocytium.*

OPHIOCYTIUM Rabenh. l. c. 66.

Ophiocytium Naeg. l. c. 87; *Ophiocytium* et *Sciadium* A. Br. l. c. 48 et 52; *Brochidium* Perty, in Berl. Mitth. 1849; *Ophiothrix* Naeg. in Ktz. Sp. pag. 237; *Spirodiscus* Eichw. in Bull. de Moscou, 285, tav. VIII, fig. 4, 1847.

darle importanza e dignità sistematica i generi *Mischococcus*, *Chlorothecium*, *Characiopsis*, *Peroniella* e *Ophiocytium* (incl. *Sciadium*) forme tutte che hanno di comune i seguenti caratteri:

« Alghe unicellulari d'acqua dolce; cellule con 1-pochi-molti cro-« matofori laminiformi, parietali, privi di pirenoide; contenuto ami-« laceo nullo; zoospore e zoogamete 1cigliate. Gl' individui crescono « temporariamente o per tutta la durata della loro esistenza adesi « al substrato per intermediario di uno stipite gelatinoso, ora isolati, « ora raccolti in colonie dendroidee ».

Le diverse generazioni d'individui che caratterizzano l'intiero ciclo d'esistenza delle forme spettanti a questa Famiglia, possono essere identiche dal punto di vista morfologico o dissimili. Nelle forme inferiori esiste perfetta identità in tutti gli elementi generati, sieno essi sessuali o agamici (*Mischococcus*).

Presso le forme elevate notasi invece una marcata differenza. Gli *Ophiocytium*, per quanto nulla si sappia del loro sviluppo sessuale, rappresentano certo il più elevato gradino della serie. Alcune forme di essi assumono talvolta uno svolgimento notevole in lunghezza; ne

---

1. **Oph. Arbuscula** Rabh. l. c. 68; Sciadium Arbuscula A. Br.! l. c., 48, tav. IV.; Sciadium mucronatum A. Br.! l. c. — Cellulis rectis vel leniter curvulis, ad 5-6 μ latis (v. s. in hb. Menegh.).

2. **Oph. cochleare** A. Br. l. c. 54; Spirodiscus cochlearis Eichw. l. c.; Ophiocytium apiculatum Naeg. l. c.; Ophiothrix apiculata Naeg. in Ktz. l. c.; Sciadium gracilipes A. Br. l. c. Oph. parvulum Perty, l. c. (ex parte) — Cellulis varie et plus minus spiraliter contortis ad 8 μ latis (v. v. et s.)

3. **Oph. gracillinum** n. sp. Cellulis. sæpe solitariis, leniter curvatis, ad 2-3 μ latis.

Hab. in paludibus messanensibus, ad Ortora, inter alias Algas (l. ipse febr. 1883).

4. **Oph. majus** Naeg. l. c. 89; Oph. parvulum Perty. l. c. (ex parte); Oph. circinatum Wolle, Freshw. U. S. p. 176 tav. CLVIII. — Cellulis varie curvatis, sæpe sygmoideis, ad 8-12 μ latis (v. v. et s.).

5. **Oph. maximum** n. sp. Cellulis rectis vel vix curvatis aut falcatis, 4-6plo longioribus quam latis, ad 15-18, μ crassis.

Hab. in palude messanense, ad Ortora (legi ipse apr. 1885).

nascono dei lunghissimi sifoncini, che hanno perduto il carattere di unica cellula, ma sono vere fusioni di cellule, possedendo essi un corpo protoplasmatico continuo dentro cui stanno immersi e allineati in serie parecchi o molti nuclei. Appoggiandoci a questo carattere possiamo con sicurezza affermare che gli *Ophiocytium* rappresentino delle forme di transizione alle Confervacee e alle Botridiacee.

Definita la famiglia delle Sciadiacee resta facile, colla scórta delle esposte ricerche, distribuire e riconoscere i diversi membri che la contradistinguono, se non altro per mettere in rilievo le reciproche loro affinità:

A) Individui a cellule conformi, tutte sferiche:

- *a)* cellule tutte aderenti al substrato e raccolte in colonie . . . . MISCHOCOCCUS, Näg.
- *b)* cellule di alcune generazioni aderenti al substrato per mezzo di lungo stipite e solitarie, le altre libere . . . . PERONIELLA, Gobi.

B) Individui a cellule disformi, le une, agamiche, caracioidee, sifoniformi, solitarie e aderenti al substrato, le altre (sessuali) globose.

- *a)* Individui agamici caraciocidei:
  - *a')* Individui agamici a sviluppo indefinito per zoospore, con parete deiscente irregolarmente all'apice durante la emissione delle zoospore . . . . CHARACIOPSIS, Borzì.
  - *b')* Individui agamici a sviluppo definito per gonidi immobili; parete deiscente a coperchio durante la emissione dei gonidi . . . . CHLOROTHECIUM, Borzì.
- *b)* Individui agamici (?) conformati a lungo sifoncino, diritto o variamente ritorto, includente pochi-molti nuclei . . . . OPHIOCYTIUM, Rabh.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XIV.

Characiopsis minuta Borzì.

Fig. *1.* — Diverse forme d' individui agamici.
» *2.* — Zoospore in via di formazione.
» *3.* — Emissione delle zoospore.
» *4.* — Zoospore libere.
» *5.* — Germinazione delle zoospore.
» *6.* — Graduali passaggi degli individui agamici allo stato sessuale.
» *7.* — Formazione delle zoogamete.
» *8.* — Zoogamete libere.
» *9.* — Copulazione delle zoogamete.
» *10.* — Stadî successivi di sviluppo delle zigospore.
» *11.* — Germinazione e formazione di zoospore dalle zigospore.
» *12.* — Germinazione delle precedenti zoospore.

Characiopsis gibba Borzì.

» *13.* — Individui agamici.
» *14.* — Sviluppo dei precedenti per zoospore.
» *15.* — Germinazione delle zoospore.

Ingr. = 745 diam.

BOTRYDIOPSIS, gen. nov.

Thallus microscopicus, monocellularis, basi haud in appendicem rhizoideam productus, exacte globosus, liberus; cytioplasmate subhomogeneo, hyalino, ætate provecta vacuolis undique farcto, nucleum centralem, globosum, sat magnum, amplectente; membrana tenui, achroa; chlorophoris numerosis, parietalibus, disciformibus, pyrenoide destitutis; contento amylaceo nullo.

Propagatio agamica gonidiis immobilibus et zoosporis plerumque numerosis, cytioplasmatis divisione simultanea (ut apparetur) ortis.

Gonidia exacte sphærica, intra cellulam matricalem densissime congregata, deinde, membrana in muco tenuissimo diffluescente, liberata, accreta et alia zoosporangia, alia hypnosporas effigientia.

Zoosporangia breviter ovalia, cæterum cellulis vegetativis omnino conformia: zoosporæ ovatæ v. ovato-oblongæ, antice in rostrum hyalinum protractæ, cilio unico, chlorophoris duobus instructæ, ocello laterali nullo, germinationis ope novas cellulas vegetativas ferentes.

Hypnosporæ globosæ, membrana crassiuscula, lævi, contento olaginoso, rubro, tarde germinantes et in zoogametangia transmutatæ: zoogametæ numerosæ in singula cellula matricali, per porum lateralem libere erumpentes, ciliis binis chlorophoroque unico instructæ, copulationis ope in zygosporas evolutæ.

Zygosporæ globosæ, fuscescentes, membrana firma, stratose incrassata, germinationis tempore deliquescente, in cellulas vegetativas transeuntes.

B. arhiza, *n. sp.* — Diam. cell. veget. 30-40 micr.; zoosp. long. 8-12 μ; hypnosp. diam. 25-30 μ; zoog. long. 4-5 μ; zygosp. lat. 20-30 μ.

Habitat in fontibus parietibusque aquis fluentibus continuo irroratis: Messana (Siciliæ).

Tav. XII-XIII In sullo scorcio della primavera del 1880 mi accadeva di osservare sui muri umidi di un vecchio acquidotto, nei dintorni di Messina, fra mezzo a copiosa vegetazione di *Pediastrum, Scenedesmus,* etc., delle grosse cellule esattamente sferiche, provviste di numerosi cromatofori e moltiplicantisi solo in via vegetativa per mezzo di conidi immobili. Nessun'altra forma di riproduzione mi veniva fatto di rinvenire e sia per questa ragione, sia per la difficoltà di procurarmi del materiale sufficientemente puro, abbandonavo tosto ogni proponimento di continuate indagini. Anche sulla posizione sistematica di detta Alga non potei allora formarmi un concetto ben sicuro e con qualche dubbio parvemi potesse essa riferirsi al genere *Eremosphæra* DBy.

Nel corso dell'inverno del 1886 mi si porgeva più opportuna la occasione di occuparmi di tale organismo essendosi esso sviluppato in grandissima copia sulle mura di un serbatojo d'acqua nelle vicinanze dell'Orto botanico, crescendo quasi solo in quella località o tutto al più associato a qualche Diatomacea e ad una forma di *Chroococcus.*

L'importanza di questa scoperta è *a priori* dimostrata dal fatto che siffatto organismo rappresenta indubbiamente un nuovo genere delle Botridiacee, famiglia eminentemente monotipica e di cui il *Botrydium granulatum* Wor. et Rost. è il solo noto rappresentante. La considerevole riduzione del tallo e la costante assenza di appendici radiciformi bastano a prima vista a giustificare la costituzione di questo nuovo genere, che intitolerò *Botrydiopsis* assegnando all'unica specie, che vi si riferisce, l'appellativo di *arhiza.*

La *Botrydiopsis arhiza* è un'alga eminentemente aquatica: non cresce giammai sulla terra argillacea umidiccia, com'è il caso del *Botrydium granulatum.* Sulle muraglie esposte di continuo all'acqua

fluente forma una spessa e densa fanghiglia di un bel verde. Al microscopio, sotto l' azione di una mediocre pressione esercitata dal copríoggetti, dei piccoli frammenti di detta materia si spappolano e riduconsi in una poltiglia quasi farinacea, formata da innumerevoli elementi verdi e perfettamente sferici. Taluni di essi sono relativamente molto grandi e misurano un diametro di 30 a 40 μ; accanto a essi se ne scorgono de' più piccoli e mezzani: il diametro così può raggiungere un *minimum* di 8 μ.

Tav. XII-XIII Fig. 1.

Le differenze di grandezza dipendono naturalmente dall' età relativa degli elementi; quelli più grandi vanno considerati come individui normalmente maturi, poichè appunto soltanto quelli sono suscettivi di sviluppo vegetativo; gli altri possono bensì dare luogo a zoospore, ma giammai si moltiplicano in via vegetativa.

Negli individui adulti di *B. arhiza* noi riscontriamo anzitutto una fronda o tallo effettivamente monocellulare. Tutto il corpo vegetante, come si disse, ha la costituzione di una cellula a contorno esattamente circolare. Vi si distingue una cavità continua circoscritta da una membrana piuttosto sottile ma distinta in tutto il suo percorso alla cui faccia interna stanno addossati molti cromatofori.

Fig 1.

Il contenuto protoplasmatico presenta negli individui giovani una struttura del tutto omogenea. Un nucleo è appena visibile coll'impiego di appropriati reagenti. Del resto il plasma ha l' aspetto di una linfa alquanto trasparente dentro cui fanno spicco pochi minutissimi granuli lucidi od opachi.

Nulla accenna alla presenza di materia amilacea o di corpi grassi. Per questo riguardo quest'Alga offre una perfetta rassomiglianza colle Sciadiacee, *Conferva*, ecc.

In processo di sviluppo, aumentando il volume degli individui, il protoplasma assume un certo maggior grado di opacità verso la periferia e nel centro comparisce un ampio spazio circolare del tutto diafano. Ad escludere il sospetto che questa parte possa rappresentare una vera ampia vacuola giovano gli espedienti microchimici dei quali mi sono avvalso con molto vantaggio. La soluzione dell' acido picrico del Kleinenberg fissa benissimo il contenuto e rende evidente in quella regione un nucleo di notevole grandezza. Per poter meglio far risaltare i contorni di questo, è utile colorire il preparato colla Ema-

Tav. XII-XIII. tossilina, moderando, al bisogno, l'intensità della colorazione collo impiego di una soluzione molto diluita di acido ossalico (1). Sotto l'azione degli agenti disidratanti impiegati il protoplasma circostante al nucleo si contrae allora alquanto, formandosi quasi nel centro della cellula un'ampia cavità dentro cui scorgesi situato il nucleo di cui i Fig. 2. contorni risaltano distintissimi. Esso ha la forma di un corpo quasi sferoide alquanto depresso e interamente omogeneo nella sua massa, od almeno io non ho potuto scorgervi traccia di nucleolo in tutte le preparazioni esaminate.

Il restante plasma della cavità cellulare presenta, a dedurlo dall'azione dei reattivi fissanti, numerose vacuole, le quali, mentre aumenta il volume della cellula, confluiscono in poche, scompartendo così la massa protoplasmatica in ramuscoli e lacinie, le quali partendosi dal centro, in direzione raggiante, finiscono alla periferia per riunirsi quivi e costituire al disotto delle pareti un tenue e continuo rivestimento.

In tale regione stanno allogati i cromatofori.

Il sistema di questi è rappresentato da un certo numero di placche clorofillacee che stanno addossate alla faccia interna della pa-

---

(1) Le particolarità tecniche di detto procedimento sono le seguenti:

Asportata col mezzo di un ferro dilatato a spatola una piccola porzioncella di quella massa poltacea verde che era in gran parte costituita da cellule dell'Alga da esaminare, veniva il materiale medesimo deposto su di un porta-oggetti scoperto versandovi su una gocciola di liquido del Kleinenberg. Dopo un quarto d'ora veniva allontanata la parte esuberante di detta soluzione asciugando i margini della gocciola per mezzo di striscioline di carta bibula; poscia tenendo inchinato il porta-oggetti, vi si stillava delle gocciole di alcool assoluto, procurando così di lavare perfettamente il materiale fino a che riuscisse interamente decolorato Non restava allora che trattare il preparato con un reattivo colorante. Tra i diversi reagenti di tal sorta provati, il più idoneo a mettere in rilievo il nucleo ho riscontrato la Ematossilina del Kleinenberg preparata dallo stesso Autore.

Versata una goccia di detta sostanza sul materiale già trattato nel modo sudescritto, in meno di 10 minuti la preparazione era pronta per potere essere sottoposto all'esame del microscopio; all'uopo occorreva lavarla semplicemente con acqua distillata e poi esaminarla in glicerina.

Questo metodo di colorazione diretta sul porta-oggetti è stato da me applicato frequentemente avendolo riscontrato più spiccio e utilissimo nei casi in cui potevo soltanto disporre di pochissimo materiale.

rete cellulare e comprese dentro quel delicatissimo indumento proto- plasmatico che abbiamo dianzi notato alla periferia del corpo cellulare. Reattivi appropriati e sopratutto dei mezzi fissanti, dimostrano la presenza di un sottilissimo rivestimento di plasma alla superficie de' cromatofori. L' acqua jodata mette con chiarezza in rilievo la forma di essi; i quali sono di corpi lenticolari a perimetro poligonale, più spesso in forma di pentagono; alquanto inspessiti nel centro si assottigliano man mano che si proceda verso i margini. Mancano costantemente di pirenoide. Il loro numero è rilevante, ma varia secondo la grandezza delle cellule, e, come si vedrà, anche negli stadi primordiali di sviluppo, cotesto numero non è mai inferiore a due.

Tav XII-XIII.

La moltiplicazione dei cromatofori ha luogo per bipartizione e si può con agio seguirne i particolari. Degno di nota è il fatto che la frammentazione si presenta in forma di laceramento, in modo che le due porzioni, nell'atto di separarsi, restano connesse mediante dei corti e delicatissimi prolungamenti, a mo' di fibrille. In materiale trattato con la soluzione dell'acido picrico ciò è visibilissimo; ma anche senza l'impiego di alcun reagente e solo ricorrendo a forti obbiettivi (2) si può osservare nella zona di divisione di due cromatofori, di recente separati, delle finissime e irregolari dentellature sporgenti dai margini.

Le reazioni microchimiche delle cellule in generale assicurano della completa assenza della materia amilacea. Il deposito della sostanza ternaria deve aver luogo sotto forma di olio soltanto, così come si può giudicare dallo esame di individui a sviluppo sospeso; di che si dirà poi. Del resto null' altro di notevole rilevasi coll' impiego di reagenti.

Ogni individuo di *B. arhiza* raggiunto il suo completo sviluppo in volume assume interamente la funzione di zoosporangio.

La differenziazione del contenuto in zoospore compiesi rapidamente, ordinariamente nelle ore notturne. Anche la più gran parte delle zoo-

Fig. 4-8.

---

(2) Mi sono avvalso in tali ricerche dell'obbiettivo apocromatico a immersione omogenea di apert. num. 1, 30 e dist. foc. 2, 00 mm. fabbricato dalla Casa Zeiss di Jena.

Tav. XII-XIII spore svolgesi di notte e se in sul fare del giorno esistono degli zoosporangi, non ancora vuotati, in tale stato persistono durante la giornata e apronsi più tardi nelle ore della notte successiva. È singolare questa particolarità presso tali zoosporangi; le zoospore veggonsi agitarsi lentamente all'interno, cambiando continuamente di posto senza abbandonare la cavità della cellula madre che al sopraggiungere della notte.

Fig. 4. Le zoospore nascono per successiva bipartizione del contenuto, ma il fenomeno ha luogo con tale rapidità che non si può seguire in tutti i suoi particolari; se non chè, come indice della incipiente differenziazione, notiamo i cromatofori preesistenti notevolmente aumentati di numero, e mediante un rivoltolamento sopra se stessi spostarsi dalle pareti, presentando a queste non più la faccia piana, come prima, ma bensì i fianchi. Codesta dislocazione è così sensibile da dar luogo a una zona periferica intieramente scolorata, restando interamente visibile, sulla faccia interna della parete, quel tenue rivestimento protoplasmatico di cui sopra ho fatto cenno; al quale strato fanno poi capo numerosi esili cordoni di plasma, scomponendo così quella zona in successive concamerazioni o vacuole, come vedesi nella figura citata a margine. La esistenza di cotesti cordoncini dimostra come non tutto il protoplasma della cellula sia stato impiegato alla formazione delle zoospore. Però detti cordoni prontamente si disciolgono e in uno stato più avanzato si osserva la massa totale delle zoospore giacere immediatamente in contatto alla faccia interna delle pareti.

Avvicinandosi lo stadio di maturazione, la forma dello zoosporangio diventa ovale per accrescimento unilaterale della membrana, cioè per meglio dire, la parete si solleva da un lato distaccandosi sempre più, in quella regione, dalla massa delle zoospore, dando quasi luogo alla formazione di una sorta di collo che rimane assai breve.

Fig. 5-8. Il punto di uscita dei germi è sovente indicato di buon'ora alla sommità di detto collo da un certo maggiore inspessimento della membrana in quella regione. Questa parte più inspessita è dovuta a una sorta di gelificazione lenta che subisce ivi la membrana, come si osserva alla sommità degli oogoni di *Vaucheria* prima di effettuarsi la deiscenza. Difatti, ben tosto in quel punto manifestasi una

completa dissoluzione della membrana, la parte inspessita si scioglie in muco e ne deriva una piccola apertura quasi circolare.

Tav. XII-XIII. Fig. 5-8.

Allora comincia la uscita delle zoospore. D' ordinario, l' apertura essendo molto piccola, le zoospore escono ad una per volta; anzi per poter esse guadagnare il liquido ambiente sono costrette, penetrando dentro il foro, a deformarsi, contrarsi, spingendosi con forza verso l' esterno, favorite dalla estrema contrattibilità del loro corpo, particolarità che ci rammenta la uscita delle zoospore di *Ctenocladus circinnatus*.

Mentre comincia l' uscita si avverte un tenuissimo comune inviluppo gelatinoso trasparente che cinge e segue, attraverso l'apertura, la massa delle zoospore sciamanti e, tosto che esso guadagna il liquido ambiente, rapidamente scoppia e permette così ai germi di diffondersi liberamente.

Il moto delle zoospore protraesi fino alle prime ore del mattino; allora esse manifestano una tendenza positivamente eliotropica e si diffondono sulle pareti più rischiarate del recipiente. Esaminate liberamente esse sono dei corpi ovali od ovali-bislunghi, somiglianti in tutto alle zoospore di *Botrydium*, *Bumilleria*, *Conferva* ecc. Constano di una massa di plasma scevra interamente di granulazioni e quindi d'apparenza omogenea. Non ho potuto distinguere se possiedano delle vacuole pulsanti. Mancano certamente di una parete propria per quanto sottilissima; i reagenti disidratanti v' imprimono delle forti contrazioni seguite da profonde alterazioni nella forma senza accennare a modificazioni, anche lievissime, sullo strato periferico. È il caso di poter dire che le zoospore di *Botrydiopsis* sieno delle vere masse di protoplasma nude; la estrema pieghevolezza e contrattibilità del loro corpo, di cui si hanno evidenti prove prima ancora che esse abbandonino lo zoosporangio, senza dire dei moti ameboidi ai quali dànno luogo appena messe in libertà, sono dei caratteri che facilmente le distinguono dalle zoospore delle altre Cloroficee. Sono prive di ocello e di qualsiasi altro corpo che ne faccia le veci. Contengono costantemente due clorofori disciformi lenticolari, posti l' uno di faccia all' altro poco al disotto dell' estremità anteriore. Questa si protende a modo di rostro, a cui attaccasi un ciglio esilissimo lungo quanto il corpo della zoospora medesima o poco di più. Al di là dei cromatofori,

Fig. 8.

Tav. XII-XIII. Fig. 8. il corpo del germe si estende per notevole tratto e finisce in punta ottusa, tondeggiante.

Le dimensioni delle zoospore variano poco: in generale oscillano fra gli 8 e i 12 micr.; la più grande parte di esse misura in media un diametro longitudinale di 10 microm.

La presenza di un solo ciglio posto sull'estremità anteriore, imprime al moto delle zoospore un carattere del tutto speciale, per cui, al primo scorgerle in movimento, si nota qualcosa di differente rispetto alle zoospore delle altre Cloroficee. Il moto infatti apparisce più tranquillo, meno sussultorio, regolarissimo; e ciò dipende dal fatto che il ciglio durante la translazione muovesi in uno stesso piano, senza che il corpo del germe si rivoltoli descrivendo una linea elicoidale attorno al proprio asse longitudinale, come si osserva nelle zoospore 2-molticigliate.

Fig. 9. In nessun'Alga, come in questa, i germi mobili presentano tanto squisita la tendenza a trasformare il moto cigliare in quello ameboide. Questa particolarità osservasi in tutti i casi in cui la zoospora moventesi, incontra nell'ambiente liquido un ostacolo. Normalmente però il movimento ameboide comincia quando cessa quello cigliare.

Il fenomeno si può osservare agevolmente raccogliendo delle zoospore dentro una gocciola d'acqua. Esse spandonsi vivacemente verso i margini di questa. Alcune si dibattono, deformandosi in mille guise, impedite dalla mancanza di liquido a proseguire oltre alla gocciola e dopo incessanti sforzi, o riescono a guadagnare nuovamente il liquido e vi si diffondono tosto ripigliando la primitiva forma, oppure restano allo stato di ameba sugli orli della gocciolettta.

Quivi si muovono per incessanti e irregolari dilatazioni del loro corpo seguite da contrazioni, mostrando assai spiccata la tendenza di spingersi oltre ai confini della gocciola strisciando sulla superficie nuda e levigata del porta-oggetti. Nulla di più somigliante essi germi presentano in questo stadio colle mixamebe dei Mixomiceti. Durante il moto, il ciglio resta intatto a posto. Qualche volta pare che di questo organo la zoospora tenda a giovarsi come una sorta di leva per Fig. 9. muoversi in avanti. Ma questo debolissimo sostegno non giova a nulla e si piega e curvasi e spesso all'apice si dilata aderendo al vetrino, mentre il corpo del germe si deforma incessantemente e si formano

qua e là delle sinuosità più o meno pronunciate, a volte anche talmente profonde da dar luogo a strette emergenze che si partono dal contorno a mo' di veri pseudopodì. Tav XII-XIII

Mentre seguitano i moti ameboidi, sparisce ogni traccia del ciglio. Questo non si distacca, ma insensibilmente accorciasi fino a confondersi del tutto colla sostanza del rostro. Fig. 9.

Non ostante la mancanza del ciglio, seguita il corpo della zoospora ad agitarsi sul substrato in ogni verso, contraendosi e quindi dilatandosi, a mo' di una vera ameba.

La scomparsa del ciglio segna però l'ultima fase dell'attività locomotrice del germe: in fatti da quel momento in poi il moto diviene sempre più lento e dopo circa 1-2 minuti, lungo il contorno del corpo della zoospora, non si nota più alcuna deformazione e tutto il germe ormai apparisce in istato di perfetta immobilità.

Il passaggio dallo stato di attività a quello di riposo dà luogo ai seguenti importanti fenomeni: Fig. 10.

1.° Riduzione del corpo del germe alla forma sferoide con diminuzione di volume di circa $\frac{1}{3}$ del primitivo.

2.° Insensibile dislocazione delle due placche clorofillacee dalla periferia verso l'interno.

Notevole è senza dubbio la particolarità che, mentre il corpo del germe cessa i suoi movimenti, par che subisca una forte contrazione in tutte le direzioni assumendo una forma regolarmente sferica. Paragonato ora il volume di esso con quello primitivo si scorge una spiccata riduzione; il che ci induce a credere che, mentre il corpo della zoospora passa allo stato di inerzia debba perdere una parte dell'acqua contenuta in seno alla sua massa protoplasmatica, venendo così meno la originaria pastosità: condizione tanto necessaria allo adempimento della funzione locomotrice.

Mentre il corpo della zoospora prende una forma rotonda i due cromatofori appariscono alquanto spostati dalla periferia, quasi si fosse maggiormente inspessito lo strato periferico del protoplasma fondamentale. Avvenga ciò effettivamente per vera dislocazione dei cromatofori dalla lor sede primitiva o per aumentato spessore del plasma periferico, il fenomeno prelude sempre la costituzione di una membrana cellulare. Nei primi momenti dell'avvenuta stasi della zoospora detto strato pro- Fig. 10.

TAV. XII-XIII. toplasmatico non differisce sensibilmente dal plasma fondamentale e la sostanza, onde ne è costituito, sembra del tutto identica a quella della restante massa del germe: il reattivo Millon non accenna ad alcuna, per quanto insensibile, differenza. Dopo qualche ora però comincia lo stesso reattivo a indicarci una lievissima diversità; così comincia la formazione della membrana cellulare.

Fig. 11. D'allora in poi la germinazione delle zoospore procede regolarmente per progressivo aumento in volume del corpo senza che la forma venga giammai alterata. In tal modo nel corso di qualche settimana derivano degli individui vegetativi figliali identici in tutto ai precedenti e suscettivi di trasformarsi in nuovi zoosporangi.

Durante la germinazione non si formano amido nè delle sostanze ternarie analoghe; tutto al più delle grosse gocciole di una materia in apparenza olaginosa compariscono all' interno delle cellule. Ho osservato però questo fatto solo nelle colture. Trattando siffatti elementi coll' alcool tale sostanza sparisce immediatamente.

Fig. 3. Un'altra forma di riproduzione agamica particolare alla *B. arhiza* è quella che ha luogo per reiterata e successiva bipartizione del contenuto cellulare in un numero variabile (4-32) di porzioncelle che divengono altrettanti individui distinti. Trattasi in sostanza di un vero processo di moltiplicazione vegetativa; gli elementi (conidi), che ne derivano, assumono subito una forma sferica e rapidamente si accrescono in volume mentre lentamente si discioglie la parete della loro cellula madre.

Assunti i gonidi tutti i caratteri di veri individui vegetativi, essi sono suscettivi immediatamente di svolgersi per zoospore, oppure di scindersi e dare origine a nuovi individui per semplice bipartizione; le quali forme di sviluppo persistono poi contemporaneamente sullo stesso substrato e ripetonsi in maniera indefinita rimanendo immutate le condizioni d'umido ambienti. Al sopraggiungere però della primavera cotesto modo di svolgimento si arresta e, come ho potuto notare nello aprile del 1887 e quindi in quello del 1888, ogni individuo di *B. arhiza* passa allo stato di riposo rivestendo i caratteri d'ipnospora o di cistide.

Fig. 12. La formazione delle cistidi è preannunziata dalla comparsa di

piccole e frequenti gocciole oleose rossastre che sempre più aumentano in volume, confluendo parecchie insieme; i contorni dei cromatofori rimangono allora interamente mascherati. Nel tempo stesso la parete cellulare progressivamente s'inspessisce e diventa in apparenza rigida e opaca; vi si distinguono nella sua massa finissime striature concentriche.

Tav. XII-XIII Fig. 13-14.

Le cistidi persistono lungo tempo immutate e sono perciò dei veri organi ibernanti. Se ne può provocare la germinazione esponendole ad adeguate condizioni d' umido. Ciò mi è riuscito in maniera completa, dopo vari tentativi, nel maggio del 1889.

Lo sviluppo si compie in generale nella maniera medesima dei zoosporangi, ai quali intieramente somigliano al momento della germinazione.

Ho seguito lo svolgimento servendomi di pezzetti di carbone animale come substrato di coltura.

A quell' epoca le cistidi non presentavano più alcuna traccia di quelle gocciole oleose dianzi notate. I cromatofori apparivano distinti, ma più piccoli dell'ordinario, e stavano irregolarmente confusi in tutto il plasma ambiente. Quest'apparente disposizione era dovuta allo essersi il contenuto scompartito in un grande numero di massicelle e ciò in una maniera che sembrava simultanea, come abbiamo notato nella formazione delle zoospore. Dette particelle avevano assunto a poco a poco un contorno circolare, il che distintamente si rilevava esaminando l' intiera massa nella sua regione periferica. Mentre assumono detta forma tendono ad allontanarsi alquanto dalla parete, sicchè al di sotto di questa rimane uno spazio affatto scolorato formante tutt' all' intorno una sorta d' areola continua. Contemporaneamente si nota il primo accenno della costituzione di un breve collo per inspessimento parziale della membrana, seguito in quella regione da insensibile sollevamento della stessa.

Fig. 15-16.

Nel punto dove ciò avviene si pratica poco dopo un' apertura circolare che serve di uscita alle suddette masse.

Queste rappresentano delle gamete mobili ed escono dalla propria cellula madre nella maniera identica delle zoospore, raccolte, cioè, dentro un comune sacco gelatinoso, il quale, a misura che i germi si spandono al di fuori, si attenua sempre più e poi disciogliesi. Al-

Tav. XII-XIII lora le zoogamete si disperdono rapidamente nell'acqua ambiente con tendenza positivamente eliotropica.

Il numero delle zoogamete contenute in uno stesso zoogametangio varia secondo le dimensioni di questo; in generale si contano da 30 a 50 o poco più zoogamete.

Fig. 16. Esse sono alquanto più piccole delle zoospore, alle quali poi somigliano per la forma ovale od ellittica. Del resto presentano delle notevoli differenze morfologiche quanto alla costituzione ed al numero delle ciglia. Costantemente possiedono un solo cromatoforo laterale, di cui i lembi sono spesso resi indistinti dalla presenza di minutissime granulazioni opache, sparse nel circostante protoplasma. Detto cromatoforo ha la forma di una placca a contorno pressocchè circolare e manca di pirenoide. All'estremità rostrale notansi due esilissimi cigli lunghi circa il doppio del corpo della zoogameta medesima o poco meno. Della presenza di un ocello pare non esista alcuna traccia visibile: tuttavia, in mezzo alle granulosità sparse nella regione jalina del protoplasma, notasi costantemente un piccolo corpo lucido posto un po' al di sopra della inserzione dei cigli. Io credo che tale formazione possa avere il significato di un vero ocello a somiglianza di quanto segue nella *Bumilleria sicula.*

Fig. 17. La copulazione delle gamete si compie nella maniera ordinaria. Spesso l'atto copulativo si effettua fra due soli germi venuti in contatto colla regione rostrale; ho notato altresì delle fusioni di 3 o 4 zoogamete in unico corpo, ma ciò piuttosto raramente. Durante la copulazione i germi si dispongono in posizione divergente a V. A processo compiuto, ne deriva una zigospora mobile a 4 ciglia e 2 cromatofori parietali ordinariamente situati l'uno di faccia all'altro. Così rimane limitato nel centro uno spazio circolare scolorato.

Fig. 18.

Il moto delle zigospore si arresta pochi minuti dopo compiuta la copulazione, mentre quello delle zoogamete non copulate si protrae per oltre un'ora. Alla fine cessa ed è seguìto dalla immediata disorganizzazione del corpo del germe stesso.

Il descritto sviluppo delle cistidi offre talora qualche variante, quando venga seguito sulla naturale stazione dell'Alga. Ivi ho riscontrato delle cistidi in via di sviluppo durante una bella mattinata del mese di marzo. La materia rossa non era punto scomparsa, ma invece

appariva disciolta costituendo una sorta di linfa, che, diffondendosi in tutta la massa del plotoplasma, conferiva a esso una colorazione rossastra, alquanto meno intensa di prima. Le zoogamete medesime conservavano questa stessa colorazione, la quale rimaneva anche inalterata presso le giovani zigospore. Tav. XII-XIII

Avendo incontrato numerose difficoltà per prolungare la coltura delle zigospore sui pezzetti di carbone e non potendo seguirne l' ulteriore sviluppo in quelle condizioni, mi son giovato di quest' ultimo materiale, e durante il mese di marzo potei tener dietro a tutte le fasi di maturazione delle zigospore.

Cessato il moto, il germe si riveste di una membrana che diviene sempre più distinta e spessa, mentre assume una forma perfettamente sferica. In seguito, gradatamente cresce il suo volume, fino a raggiungere le stesse dimensioni delle cellule vegetative. Fig. 19.

A maturità le zigospore possiedono una parete rigida e spessa sino a 2 μ, costituita da sottili laminette concentriche che si sfaldano prontamente sotto una forte pressione. Detta parete si colora debolmente in azzurro per azione del cloruro di zinco jodato. Il contenuto apparisce intensamente colorato in rosso per la presenza di numerose gocciole di una materia di tal colore. Il modo come queste compariscono fa vedere che esse debbano la loro origine a un processo di reintegrazione della sostanza oleosa, già esistente nelle cistidi, e che poi si era sciolta in linfa diffondendosi in seno al protoplasma fondamentale. Le gocciole si scorgono da principio minutissime ed in piccol numero; man mano che le zigospore divengono mature, esse crescono di numero e di volume e finiscono col riempire tutta la cavità cellulare. Della materia clorofillacea non resta allora alcuna traccia visibile.

Potendo disporre di bastevole materiale ho voluto tentare qualche ricerca intorno alla costituzione del contenuto nelle zigospore mature e specialmente allo scopo di orientarmi circa la posizione del nucleo. Gli espedienti dei quali ho già fatto cenno, impiegati per riuscire a far risaltare il nucleo all' interno delle cellule vegetative non sono intieramente applicabili alle zigospore, le cui pareti, spesse, impediscono la pronta diffusione delle materie coloranti. Ho usato con maggior vantaggio della Ematossilina del Kleinenberg, il carminio al borace Fig. 20.

Tav. XII-XIII. Fig 20

lasciando soggiornare un po' più a lungo la cellula nella soluzione dell'acido picrico. La colorazione dei nuclei, quando riesce, dimostra che le zigospore mature possiedono *due* nuclei posti l'uno a brevissima distanza dall' altro, anzi, il più delle volte, accostati e in immediato contatto tra di loro.

Questa circostanza è significantissima e trova riscontro nelle zigospore di alcune Conjugate (*Spirogyra*, etc.), le quali, allo stato di maturità, secondo le osservazioni di Overton (3) e di Klebahn (4), possiedono due nuclei distinti. Dal che si arguisce che l'atto copulativo, che si compie tra due gamete mobili o no, non è sempre accompagnato dalla immediata fusione dei nuclei proprî agli elementi sessuati, la quale può seguire più tardi, anche durante le fasi iniziative del processo germinativo. Sicchè in tali casi è necessario ammettere che la copulazione delle due gamete mobili in unico elemento, non rappresenti che una fase di preparazione al processo di fecondazione: stabilito il contatto e la continuità materiale fra i corpi dei due elementi sessuali, non è una condizione del tutto indispensabile che immediatamente segua la materiale fusione delle due masse nucleari, cioè la fecondazione, come si osserva presso alcune Fanerogame, dove fra la impollinazione e la fecondazione decorre spesso un intervallo di tempo piuttosto lungo.

Fig. 21.

Scarse notizie possiedo intorno alla germinazione delle zigospore. È certo che esse non germinano immediatamente, a sviluppo compiuto, anche esposte a condizioni adeguate di umido e di temperatura ambiente. Pare anzi sicuro che il loro svolgimento esiga che trascorra un certo periodo e che sieno esse suscettive di sopportare impunemente la lunga siccità dei mesi estivi sulla loro naturale stazione.

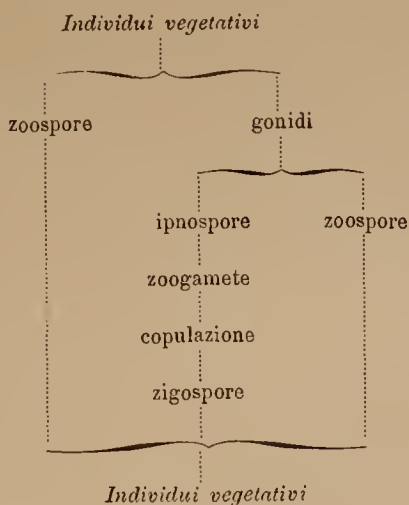
Questa si era completamente disseccata al sopraggiungere della estate e le mie ricerche sono state interrotte dalle ferie universitarie. Tornato in Sicilia verso la prima metà di novembre, ripigliavo lo studio della *Botrydiopsis arhiza:* però le piogge autunnali avevano rapidamente provocato lo sviluppo dell' alga, tanto che, all' epoca delle mie ricerche, essa rinvenivasi allo stato vegetativo. Una sola volta

(3) C. E. Overton, *Ueber den Conjugationsvorgang bei Spirogyra*, nei *Bericht. der deusch. bot. Gesellsch.*, Vol. VI, pag. 68-72, tav. IV, 1888.

(4) Klebahn, *Ueber die Zygosporen einiger Conjugaten*, ibid. pag., 160-166, Tav. VII, 1888.

ho notato un gruppo di elementi cinto da uno spesso inviluppo gelatinoso in via di dissoluzione, quale si trova rappresentato nella figura citata a margine. Esso gruppo parmi rappresenti una zigospora in via di sviluppo; per cui si potrebbe arguire che dalla germinazione di detti organi proceda la formazione di nuovi individui di *Botrydiopsis*. Tanto in questi, come in tutti quegli altri esistenti a quella epoca nella località da me esplorata, i cromatofori apparivano distinti, mancando ogni traccia di materia olaginosa rossastra. Dal che si deduce che detto contenuto sparisca al momento della germinazione.

Tav. XII-XIII Fig. 21.

Lo schema seguente riassume i stadi di sviluppo su esposti:

Venendo a dire del valore sistematico del genere *Bodrydiopsis* non si può prescindere da talune considerazioni comparative od estese ad altri gruppi affini. Epperò formando alcuni di questi oggetto particolare di studio nelle pagine seguenti sarà bene rimandare il lettore a quello che poi sarà ivi detto.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

TAVOLA XII.

Fig. *1.* — Due individui allo stato vegetativo.
» *2.* — Cellule vegetative trattate coll'Ematossilina di Kleinenberg; *n.* nucleo.
» *3.* — Un individuo allo stato di moltiplicazione vegetativa per gonidi.
» *4.* — Genesi delle zoospore.
» *5-7.* — Zoosporangi durante la emissione delle zoospore.
» *8.* — Stadio ultimo della figura precedente e zoospore libere.
» *9.* — Zoospore a moti ameboidi.
» *10.* — Germinazione delle zoospore.
» *11.* — Giovani individui derivati dalla germinazione delle zoospore.

TAVOLA XIII.

Fig. *12.* — Ipnospore allo stato di riposo.
» *13-14.* — Stadi graduali di sviluppo delle precedenti.
» *15.* — Zoogametangio durante la emissione delle zoogamete.
» *16.* — Stadio ultimo della figura precedente e zoogamete libere.
» *17.* — Casi di copulazione delle zoogamete.
» *18.* — Copulazione di zoogamete a 3, a 4.
» *19.* — Sviluppo delle zigospore fino allo stato di maturazione.
» *20.* — Zigospore mature trattate col borato carminico.
» *21.* — Zigospora in germinazione.

Ingr. = 600 diam.

BUMILLERIA, gen. nov.

Hormotheca mihi, in Martel: *Contr. alla conosc. dell'Algol. romana*, nell'*Ann. dell' Istit. bot. di Roma*, I, fasc. 2° (1885).

Thallus microscopicus, monocellularis e cellulis oblongo- vel elliptico-cylindraceis, 4-8 utroque polo arcte conjunctis et familias v. series lineares, continuas, simplices efformantibus, constitutus; cytioplasmate subhomogeneo, hyalino; chromatophoris 4-8, raro binis, parietalibus, disciformibus, absque pyrenoidibus et nucleo unico vel nucleis duobus in singula cellula; contento amylaceo nullo. Multiplicatio agamica zoosporis cilio unico instructis et gonidiis immobilibus; sexualis zoogametis ciliis binis donatis.

Divisio vegetativa repetite binaria secus unam directionem; membrana matricalis, medio transverse scissa-persistens eæque segmenta mox amota, apices vegetativarum serierum, instar integumenti calyptræformis, denique arcte cingentia.

Zoosporæ ovatæ vel ovato-oblongæ, antice in rostrum hyalinum protractæ, cilio unico, chromatophoris binis, ocello laterali, punctiformi, achroo et vacuola pulsatili unica, instructæ, 2-4, raro solitariæ in singula cellula vegetativa, denique, membrana transverse rupta, libere erumpentes.

Gonidia 4-8, raro 16, in omni elemento vegetativo, bipartitione succedanea secus unam directionem vel ad duas directiones, orta, globosa v. breviter ovalia, cæterum cellulis vegetativis omnino conformia, mox germinantia et novas series vegetativas ferentia aut in hypnosporas transmutata.

Hynosporæ globosæ aut subglobosæ, membrana crassiuscula, lævi, contento olaginoso rubro, germinationis tempore in 2-4-8 zoogametas elabescente. Zoogametæ zoosporis conformes sed minores, ciliis binis chromatophoroque unico præditæ, copulationis ope in zygosporas evolutæ.

Zygosporæ gonidiis omnino similes, tarde germinantes (?) et novas familias vegetativas ferentes.

B. sicula n. sp. Cell. veget. diam. 15-18 μ; zoosp. 8-10-12 × 6-8 μ; zoogam. long. 5-6 μ; zygosp. diam. 14-17 μ.

Habitat in solo udo argillaceo, ad ripas torrentis Floripotami, prope Milazzo (Siciliæ). Legi febr. 1879 et autumn. 1884.

Le mie prime conoscenze su quest'Alga rimontano al febbraio del 1879. Esaminando delle Oscillarie raccolte lungo le sponde del torrente Floripotamo, nel fondo limaccioso di alcune pozze d' acqua piovana, la mia attenzione veniva casualmente rivolta a talune cellule verdi, cilindriche riunite in brevi filamenti, la più parte di esse in in via di sviluppo. Rimasi allora colpito dalla particolare maniera di aprirsi degli elementi zoosporiferi, e più che mai della singolare forma delle zoospore e dei moti di reptazione cui queste davan luogo alla maniera di mixamebe. Il materiale, che era a mia disposizione, non potei conservare a lungo allo stato fresco a causa di una gita di parecchie settimane intrapresa, verso quel tempo, in altre parti di Sicilia. Restava però sempre vivo in me il desiderio di ulteriori indagini, le quali soltanto alcuni anni dopo potei compiere, trovandomi a villeggiatura in una mia campagna a poca distanza della ricordata località.

Questa singolare Clorificea ha per me un interesse personale significantissimo: i pochi dati raccolti a quell' epoca, quasi in maniera casuale, sullo sviluppo di essa, mi porgevano la occasione d' iniziarmi a studî più estesi sulla biologia delle Alghe verdi, e come lieto augurio credetti allora intitolarla dal nome di egregia persona amica, passionata quanto modesta cultrice dell' *amabilis scientia* e alla quale mi legano ricordi di viva gratitudine.

Gli individui vegetativi di questa nuova Cloroficea crescono sul suolo umido argilloso della località sopraccennata, spesso associati ai filamenti della *Oscillaria nigra* Ag.; raramente si osservano frammisti ai fili di *Ulothrix flaccida* Ktz. Vegetano sparpagliati e dispersi sul substrato senza formare dei plessi estesi e di forma determinata. Laddove sono frequenti il terreno riveste un colorito verdognolo. Tav. XVI

Ogni individuo riveste i caratteri di una vera cellula distinta e di forma bislunga od ovale-bislunga. Di rado tali cellule crescono isolate; normalmente 4 o 8 elementi scorgonsi adesi per le estremità opposte in modo da formare una serie continua, a mo' di breve filamento. La costituzione di sì fatte colonie è caratteristica al genere di cui si parla e contraddistingue la fase vegetativa. Fg. 1.

Occorre anzitutto orientarci sui caratteri generali morfologici dei singoli elementi astrazion fatta della maniera colla quale questi si associano tra di loro.

Essi sono, come si disse, cilindrici, alquanto schiacciati alle due estremità opposte e misurano un diametro trasversale che varia dai 15 ai 18 μ. La parete è mediocremente sottile in tutto il suo percorso e trasparente; nulla di notevole rilevasi dal lato chimico. Il plasma fondamentale si presenta pur esso diafano e di un aspetto quasi omogeneo. Notansi delle granulazioni solide ed opache, che restano indifferenti all'azione della tintura di jodio e del cloruro di zinco jodato. Il reattivo di Millon conferisce ad alcune di esse una tinta rosea, mentre, altre, per azione dell'acido osmico, si tingono in scuro intenso. Nessuna traccia di amido si scorge a quell'epoca e la materia ternaria piglia più tardi l'aspetto di gocciole d'olio, come si deduce dall'azione dell'acido osmico.

Il sistema dei cromatofori è rappresentato da un numero determinato di placche clorofillacee alquanto ampie, a contorno quasi poligonale e che si adagiano contro il contorno delle pareti seguendone la convessità. Appariscono lievemente ispessite nel centro e prive affatto di pirenoide come facilmente si deduce tanto mediante l'impiego del jodio, quanto trattati coi reattivi picrinati. Il numero dei cromatofori importa sovente 8, ma nelle cellule più corte se ne contano

Tav. XVI. Fig. 1.

solamente 4. Si può facilmente seguire le graduali fasi di bipartizione, cui soggiacciono, durante lo sviluppo e l'incremento delle cellule; il quale processo ci ricorda quanto abbiamo precedentemente notato a proposito della moltiplicazione dei cromatofori (pag. 173) della *Botrydiopsis arhiza.*

Della esistenza di un nucleo non è agevole assicurarsi senza l' impiego di reattivi appropriati. In certe cellule si scorge bensì talvolta una sorta di areola più chiara, a contorni circolari, posta nel mezzo della cavità cellulare stessa e avente l'apparenza di una vacuola. Trattasi però in fatto di un vero nucleo. Esso colorasi rapidamente sotto l'azione del carminio al borace. Buone colorazioni si ottengono altresì facendo uso della Ematossilina del Kleinenberg. Occorre, al solito, che le cellule sieno prima tenute alcuni minuti dentro la soluzione dell'acido picrico solforato e poi lavate con alcool assoluto fino a che sia sparita ogni traccia dell'altro reagente. I cromatofori rimangono allora interamente scolorati e prontamente si ottiene l'azione dei reattivi coloranti.

Con questo procedimento risaltano distinti i contorni di un nucleo centrale di forma sferico-depressa. Esso il più delle volte apparisce coinvolto da speciale indumento protoplasmatico, da cui si partono esili ramuli verso la periferia del corpo cellulare formando una sorta di tendini per cui il nucleo stesso sembra attaccarsi alla parete.

Non di rado i reagenti coloranti rivelano la presenza di due nuclei, specialmente nelle cellule più lunghe. Essi giacciono a breve distanza l'uno dall'altro e sovente uno dei due vedesi alquanto più piccolo. Questa particolarità non credo sia senza importanza quando si considera come la pianta, di cui ci occupiamo, presenti strette affinità co' *Botrydium* dove il tallo risulta da un enorme corpo celluliforme a cavità continua includente molti nuclei.

Fig. 2.

Ogni individuo si moltiplica per reiterate divisioni trasversali. Allo stato vegetativo nessun cambiamento nella direzione dei piani di scissione si osserva e questa ha luogo sempre nel medesimo senso, per cui gli elementi figliali assumono una disposizione seriale. Ordinariamente il numero delle bipartizioni è limitato e ne nascono tutto al più 8 cellule.

Durante la divisione la parete della cellula madre non si scioglie, ma soltanto si spezza nella direzione trasversale in due porzioni perfettamente uguali le quali rimangono a posto. Mentre gli elementi figliali si accrescono per le due estremità opposte e la loro forma diviene cilindrica, detti frammenti vengono rimossi e allontanati restando sempre soprapposti alle due estremità della serie, che rivestono, conformati a mo' di cuffia. Tav. XVI. Fig. 2.

Le cellule, mentre si accrescono, urtansi coi poli opposti, i quali si appiattiscono alquanto; e nel tempo stesso gli elementi, mediante tali regioni, contraggono tra di loro aderenza a tal segno, che l'insieme di essi riveste l'aspetto di un breve e continuo filamento. L'adesione però è di un grado minimo, cosicchè basta una lieve pressione perchè le cellule qua e là si separino e specialmente quando le pareti loro si sono in corso d'età vieppiù consolidate e ispessite.

Questa maniera di incremento si può ripetere parecchie volte e ne derivano delle serie assai estese in lunghezza, dei falsi filamenti confervoidi, come quelli che si trovano rappresentati nella figura citata a margine. Un esame attento mette in rilievo la vera origine di siffatte formazioni, tanto più poi che in processo di tempo avvengono delle dislocazioni parziali in una stessa serie onde ne rimane distrutta la originaria continuità. Fig. 2.

In due maniere distinte compiensi lo svolgimento agamico delle descritte colonie vegetative:

1.° Per gonidi immobili;

2.° Per zoospore.

I gonidi derivano per reiterata bipartizione trasversale del contenuto cellulare come se si trattasse di un semplice processo di moltiplicazione vegetativa: gli elementi figliali, anzicchè restare connessi in serie ed assumere una forma cilindrica, rimangono affatto liberi e prendono un contorno circolare, a mo' di veri elementi protococcoidei. La parete, della cellula madre, al solito, si scinde trasversalmente in due parti, che acquistano una perfetta indipendenza e si separano a mo' di segmenti calittriformi. Per regola generale la scissione si compie secondo una medesima direzione e si arresta appena costituiti 4 od 8 elementi; però si dànno casi di formazione di un Fig. 3-5.

Tav. XVI. Fig. 3-5. maggior numero di gonidi, come pure di bipartizioni nella direzione longitudinale appena iniziate le prime scissioni trasversali.

In ogni modo gli elementi che ne derivano hanno sempre la medesima forma fondamentale e le stesse dimensioni; sono delle cellule in complesso sferiche, salvo le due ultime terminali che si potrebbero dire ovali sferiche. Qualche volta le mediane, esaminate libere, offrono traccia delle lievi pressioni subite nel senso trasversale scorgendosi insensibilmente schiacciate ai poli opposti.

Quanto ai caratteri morfologici del resto i gonidi non differiscono essenzialmente dalle cellule vegetative. Possiedono una parete distinta che i reattivi jodici palesano costituita di pura cellulosa. Gli stessi reagenti non accennano nel contenuto a presenza di materia amilacea; si notano bensì dei corpuscoli di natura albuminoide e delle minutissime gocciole di materia grassa. Ogni gonidio possiede ordinariamente una coppia di cromatofori, posti l'uno di fronte all'altro, in posizione alquanto obbliqua. Talora nei gonidî più piccoli sembra esistere un solo cromatoforo che sta adagiato sulla faccia interna delle pareti seguendone il contorno per gran tratto. Anche in questi casi i cromatofori mancano di pirenoide. I margini di essi appariscono il più delle volte sinuosi a lati disuguali e variamente tondeggianti.

Fig. 6.

Fig. 7. I gonidî sono organi incapaci di sopportare la secchezza e solamente suscettivi d'immediato sviluppo; il chè facilmente s'intuisce non essendo essi che solo per la forma differenti dagli elementi d'indole vegetativa. Come tali servono a dare inizio a nuove colonie seriali nella maniera e della forma suddescritta. Però non tutti si comportano in tal guisa come risulta dalle mie colture, poichè mentre parecchi di essi si scindono trasversalmente e gli elementi figliali si dispongono in una nuova generazione di famiglie, altri seguitano a bipartirsi reiteratamente dando luogo a nuovi gruppi di elementi protococcoidei. La divisione segue in maniera indeterminata tanto secondo due, quanto secondo tutte e tre le direzioni dello spazio. Le cellule figliali, a sviluppo compiuto, rivestono i caratteri dei gonidi originarî, salvo che tendono a divenir sempre più piccole. Non so se tale circostanza debba esser considerata come normale. Per mezzo delle colture non ho potuto assicurarmi delle ulteriori destinazioni di siffatti elementi aventi un diametro una terza parte inferiore a quello dei gonidî normali.

La moltiplicazione per zoospore è un fenomeno molto più frequente di quello che non sia lo sviluppo per gonidî e regolarmente si manifesta nelle prime ore del mattino. Le cellule madri non subiscono alcun' alterazione nella forma primitiva e nelle dimensioni. Quanto al modo di dividersi si comportano come al momento della formazione dei gonidi. Normalmente da ogni elemento prendono origine due o quattro zoospore; di rado una sola; ciò ha luogo presso cellule madri assai più corte dell' ordinario. In tutti i casi sembra che il contenuto subisca una certa contrazione, e assai più distinti si manifestano allora i contorni delle pareti cellulari. Nello stesso tempo il plasma fondamentale apparisce del tutto scevro di corpi e granulazioni opache quasi che la materia immagazzinata fosse stata usufruita a pro' dei germi nascenti. I contorni dei cromatofori risaltano netti in tutto il loro percorso.

Tav. XVI. Fig. 8-9.

Immediatamente compiesi la uscita dei germi. A tal' uopo la membrana della cellula madre si apre mediante un taglio trasversale praticato all' incirca verso la sua regione di mezzo. I due lembi non si separano e allontanansi subito; ma tosto si accenna una certa divaricazione di essi, una vera fenditura, attraverso la quale penetrano una dopo l'altra le zoospore, racchiuse, come sono, dentro un comune inviluppo di trasparente gelatina. Allora par che le zoospore tendano a sforzare l' apertura e ad aprirsi un varco di traverso all' ambiente sacco. Questo man mano si distende e s' ingrandisce, mentre i due segmenti della parete della cellula madre ognora più si allontanano, ed infine quasi bruscamente si separano, si discostano, avviene la rottura dell' inviluppo cingente le zoospore e queste immediatamente si spandono nel liquido circostante.

Tav. XVII. Fig. 10.

Quando si segue fin dai suoi primi istanti il processo di evacuazione degli zoosporangi si nota assai precocemente essere le zoospore dotate della facoltà di contrarsi e deformarsi all'interno della propria cellula madre. Dentro questa esse si dislocano scivolando lentamente su se stesse e strisciando contro le pareti. Appena la membrana si rompe lateralmente, essendo tuttora assai angusta l' apertura, esse penetrano attraverso questa, contraendosi fortemente a mo' di vere

Fig. 13.

Tav. XVII. Fig. 13. amebe. E di fatti questa apparenza assumonò tosto che guadagnano il liquido circostante ed il loro moto venga impedito da un ostacolo qualunque. Stante la sua esilità riesce difficile verificare la presenza del ciglio di cui sono provviste. Hanno allora i caratteri di piccole masse di denso e omogeneo plasma; di una parete propria pare non esista alcuno accenno; si osservano due distinte placche clorofillacee parietali situate verso una estremità, l'una di contro all'altra. Verso la opposta estremità esiste un corpuscolo solido, lucido a contorni circolari. Di più, in vicinanza di questa stessa regione, vedesi distinto uno spazio assai trasparente di cui il perimetro si ingrandisce e restringesi a intervalli regolari e brevissimi di tempo, e che ha tutti i caratteri di una vacuola pulsante. Il contorno cambia incessantemente di forma; talora par che si pronunci da un lato una forte emergenza; altre volte tutto il corpo, di già contratto in massa sferoide, accenna ad estendersi verso una stessa direzione. Coteste ad altre variate deformazioni seguono con grande rapidità finchè il germe non riesce a superare Fig. 11-12. l'ostacolo, tale p. e., un certo grado di secchezza del substrato. Nell'acqua essi corpi invece instantaneamente prendono una forma ovale od ovale-bislunga misurando una lunghezza che varia dagli 8 a' 12 μ. Una delle due estremità apparisce lievemente assottigliata in punta jalina cui si attacca un lungo ed esile ciglio. Esso è il più delle volte, durante il moto, esteso in avanti e si agita, a quanto pare, nelle direzioni di uno stesso piano. La tintura di jodio ed il cloruro di zinco jodato deformano alquanto il contorno delle zoospore senza mettere in evidenza il più lieve accenno di uno strato membranoso periferico. Il che induce ad ammettere che si tratti di vere masse plasmatiche nude. L'ocello è rappresentato dal piccolo corpuscolo lucido solido posto poco al di sotto della regione rostrale e che abbiamo dianzi notato. Anche in questa stessa parte, un po' più verso il centro, si vede una piccola vacuola pulsante.

Il moto delle zoospore dura tutto al più un paio d'ore. Prima di cessare esso tende a trasformarsi in quello ameboide. Infine il corpo dei germi si contrae, prende una forma esattamente sferica e resta immobile.

Fig. 14. I primi stadi di germinazione delle zoospore non presentano nulla di notevole. Il cloruro di zinco jodato ci permette di seguire il gra-

duale individualizzarsi della membrana cellulare; ci accerta della completa assenza di materia amilacea anche in questa fase. Nascono bensì delle gocciole minutissime di materia grassa, le quali poi, a germinazione inoltrata, spariscono completamente. I germi s'ingrandiscono man mano fino a raggiungere le dimensioni dei gonidi normali, dai quali tosto prendono origine nuove colonie seriali identiche a quelle sopra descritte. Tav. XVII.

Nell'autunno del 1884, durante la villeggiatura, io potei istituire nuove indagini sullo sviluppo di quest'alga, specialmente relative alla fase sessuale, le quali furono poi completate nell'anno successivo su materiale da coltura portato da campagna.

Tali ricerche provano come al sopraggiungere della stagione secca i gonidi sieno suscettivi di passare allo stato di vita latente. Essi formano sul terreno e sulla stazione propria all'Alga uno strato rossiccio delicatissimo costituito da un grande numero di elementi protococcoidei, esattamente sferici. Il più delle volte questi si scorgono liberi o appena ravvicinati in amorfi cumoli. Talora affettano una disposizione seriale e si scorgono ancora immutati i lembi calittriformi della originaria parete della cellula madre. Differiscono anzitutto dai gonidi normali per il contenuto rossastro, ripieno di abbondante gocciole di materia olaginosa. La parete, per quanto egualmente spessa in tutto il suo percorso, apparisce più distinta: si direbbe insensibilmente più ispessita. Fig. 16.

E facile dimostrare come tali modificazioni dipendano dalla siccità e dalla forte e prolungata insolazione cui soggiacciono i gonidi dalla primavera all'autunno. In certe regioni della stessa località non così esposte a quelle condizioni, ho riscontrato dei gonidi affatto verdi e in istato di sviluppo vegetativo normale.

Ridotti alle condizioni d'ipnospore, i gonidi sono capaci di resistere al secco oltre al periodo loro ordinario, tanto che nelle mie colture essi si sono svolti circa un anno e mezzo dopo che erano stati raccolti e conservati al secco. Fig. 17.

Durante lo sviluppo resta inalterata la materia rossastra che contengono; solo questa si scompone in gocciolette più minute, più serrate e tutta la cavità prende un aspetto più regolarmente omogeneo. Più

Tav. XVII. Fig. 17. tardi il contenuto apparisce diviso in un numero definito di parti: spesso 4, di rado 2, oppure 8, le quali dapprima poliedriche, a poco poco poi si arrotondano e acquistano il carattere di germi mobili. Questi lasciano subito la cavità alla maniera delle zoospore; cioè, la membrana si rompe trasversalmente, per il mezzo, in due segmenti. I germi veggonsi tosto coinvolti da un comune inviluppo di trasparente gelatina, dentro il quale essi si dibattono, si agitano alcun tempo; indi l' inviluppo, sempre più attenuato e diluito, si discioglie e i germi si spargono liberi nell' acqua ambiente.

Fig. 18. Essi somigliano a prima vista alle zoospore ma ne sono circa la metà più piccoli. Si muovono vivacemente rivolgendosi verso le regioni più esposte alla luce, mediante *due* esilissimi cigli, lunghi un po' più del loro corpo. Possiedono un sol cromatoforo, di cui i contorni restano alquanto oscuri a causa delle numerose gocciolette di materia colorante sparse nel circostante plasma. Lateralmente alla regione rostrale si nota un minutissimo ocello rossigno.

Fig. 19-20. Il moto di detti germi dura all' incirca un paio d' ore; durante il qual tempo la più grande parte di esse si copulano. L' atto copulativo si compie assai rapidamente. Spesso bastano 5 minuti. Ordinariamente la copulazione ha luogo tra due zoogamete soltanto; ma non rari sono i casi di conjugazione di gruppi di 3, 4, 5 germi. Fra le diverse zoogamete all' atto della copulazione non si distinguono differenze di sorta. Qualunque sia il numero di esse, il contatto si stabilisce in origine mediante le estremità rostrali, poi tutte le restanti parti del corpo si fondono insieme progressivamente, rimanendo soltanto liberi i cigli. Infine sparisce ogni traccia delle diverse zoogamete e ne deriva una zigospora mobile a 4, 6, 8, 10 ciglia, di forma perfettamente sferica.

Fig. 21. Cessato il movimento, le zigospore divengono a poco a poco degli elementi sferici corrispondenti in tutti i loro caratteri morfologici esterni ai gonidi ordinarî o meglio alle ipnospore. Conservano una tinta rossastra e una membrana distinta. La materia colorante tende però in corso di maturazione a segregarsi in gocciole più grosse e la parete assume lentamente una sfumatura brunastra per quanto rimanga immutato il suo spessore.

Nelle mie colture ho potuto verificare che, sebbene le zigospore

appariscano mature circa una settimana dopo che sia avvenuta la copulazione, tuttavia esse restano inalterate molti mesi nel fondo del recipiente. La germinazione, da me osservata alla fine del marzo del 1885, ha per scopo di dare direttamente inizio a nuove colonie seriali nei modi propri ai gonidi.

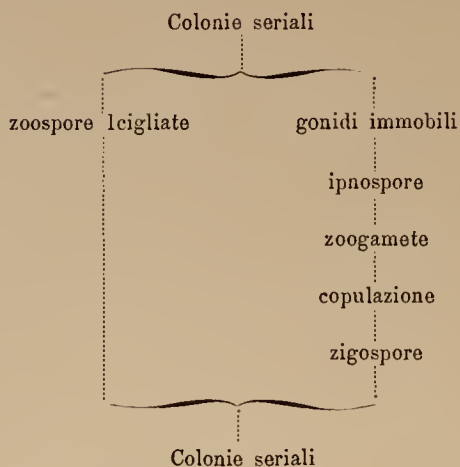
Tav. XVII. Fig. 22.

A compimento delle esposte ricerche piacemi ricordare come il passaggio alla fase ibernante compiasi anche talora direttamente mediante le stesse cellule delle colonie seriali. Esse assumono i caratteri di cistidi isolandosi anzitutto e rivestendosi immediatamente di una membrana alquanto più spessa dell' ordinario. Questa conserva le medesime proprietà chimiche primitive, però in tutto il suo percorso si notano delle minute e rade asprosità ben apprezzabili sotto un mediocre ingrandimento. La cavità cellulare apparisce occupata da copiose gocciole di materia grassa, sparse irregolarmente e di dimensioni variabili, assai fitte e serrate. I cromatofori, per quanto si può dedurre dallo stato di opacità del contenuto sembrano contratti, a contorni più irregolari e quel che è più, si scorge come essi abbiano subìto una dislocazione dalle pareti e giacciono ormai travolti dentrò la sostanza del contenuto senza alcuna norma occupando le regioni centrali.

Fig. 15.

Lo sviluppo di dette forme di cistidi è stato da me casualmente osservato una sola volta. Durante la germinazione il contenuto ripiglia a poco a poco i primitivi caratteri particolari agli elementi di vegetazione; intatte rimangono le asprosità della membrana e questa si fende immediatamente nella direzione trasversale come nel caso della formazione delle zoospore. Il prodotto infatti della divisione del contenuto sono dei germi mobili, in numero di 8 nel caso da me notato. Essi apparivano più piccole delle zoospore ordinarie e mi è parso includessero un sol cromatoforo a somiglianza delle zoogomete. Non ho potuto scorgervi i cigli, ma a dedurlo dalla forma del moto, mi è parso si dovessero tali germi assimilare alle zoogamete.

Probabilmente è da ritenersi che qualsiasi elemento vegetativo di quest'Alga, passato allo stadio ibernante, assuma l'ufficio di ricondurre l'organismo alla fase sessuale, in modo che la descritta forma di cistidi potrà, alla pari delle precedenti provenienti da gonidi, concorrere anche alla produzione di germi sessuali.

Colla scorta delle precedenti indicazioni rimane ora facile compendiare in uno schema lo sviluppo della *Bumilleria sicula:*

Il valore sistematico del genere precedente è di facile rilievo quando ci fermiamo a talune considerazioni comparative coi generi *Botrydium* e *Botrydiopsis.*

Le magistrali ricerche dei signori Rostafiński e Woronin (1) ci hanno interamente rivelato il ciclo di sviluppo del *Botrydium granulatum.* La vita di quest'Alga offre numerosi punti di contatto colle fasi che contradistinguono la esistenza dei due precedenti generi. La moltiplicazione agamica si compie, contemporaneamente o in tempi diversi, per mezzo di gonidi e di zoospore. Da ambo queste forme di germi prendono origine nuovi individui vegetativi. Le zoospore possiedono un solo ciglio e due placche cromatoforiche laterali. La rassomiglianza di essi germi con quelli di *Bumilleria* e *Botrydiopsis* è tale da restarne colpiti. L' assenza di un ocello rossigno, notata da Rostafiński e Woronin nelle zoospore di *Botrydium granulatum*, trova perfetto riscontro nelle zoospore della *Botrydiopsis arhiza.* Del resto, questo è un carattere di secondaria importanza. Di mag-

(1) Nella *Bot. Zeit.*, 1877, p. 649.

gior rilievo invece è il fatto come presso tutti e tre i generi ricordati dallo sviluppo ulteriore (sospeso più o meno temporariamente da ragioni climatiche) procedano delle generazioni di zoogamete, conformi alle zoospore, ma ordinariamente più piccole, fornite di due ciglia, e includenti un sol cromatoforo. Il risultato della conjugazione è una zigospora capace di rinnovare altre generazioni d' individui vegetativi.

Un esame comparativo della organizzazione degli elementi vegetativi dei tre generi di cui è parola ci porge la occasione di rilevare presso a poco eguali armonie. Presso tutti le cellule possiedono la identica costituzione morfologica; si notano dei cromatofori disciformi privi di pirenoide e la materia ternaria si deposita sotto forma di olio. Degna di considerazione è però la circostanza che mentre nei generi *Botrydiopsis* e *Bumilleria* le cellule sono provviste di un solo nucleo od eccezionalmente di due nuclei, i grossi elementi di *Botrydium granulatum* includono un grande numero di nuclei. Questa particolarità non attenua, a mio parere, le relazioni sistematiche esistenti fra' tre generi di cui è parola; dà invece valore al concetto che il *Botrydium* rappresenti un gruppo di forme più elevate per organizzazione e di tal grado che nel corpo vegetativo troviamo di già una differenziazione in due sistemi distinti, almeno dal punto di vista biologico, l' uno radiciforme, di sostegno, l' altro aereo. Questo criterio, come io credo, assume un valore significante quando si voglia graduare le differenze morfologiche dei singoli generi dentro i confini di uno stesso gruppo e può far meritare al *Botrydium granulatum* un posto a sè quale tipo di una tribù distinta; nella stessa guisa come dovrà esser fatto per gli altri due generi. In tutti i casi, la perfetta concordanza nello sviluppo loro, la identica struttura delle zoospore e delle cellule sessuate, e la comune presenza di cromatofori privi di pirenoidi, sarà il carattere distintivo di questa famiglia che possiamo dire delle Botridiacee.

Argomento ad altre considerazioni di sistematica comparata ci porgono le specie del genere *Conferva* e i generi delle Sciadiacee.

È noto come presso le specie del genere *Conferva* (2) ed almeno

---

(2) G. Lagerheim, *Zur Entwickelungsgeschichte einiger Confervaceen*, nei *Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, V, fasc. 8, 1887.

nella *C. bombycina* Ktz. le cellule possiedano dei cromatofori disciformi destituiti di pirenoide. Di materia amilacea non esiste alcuna traccia nel contento e la sostanza ternaria si deposita in forma di olio. Le zoospore sono simili nella struttura e nella forma a quelle di *Botrydiopsis arhiza* e delle altre Botridiacee; astrazion fatta dal numero variabile dei cromatofori che possiedono e della presenza di un ocello rossigno in nulla poi differiscono. Anche dal punto di vista dei moti di contrazione cui dànno luogo al momento dell' uscita o in contatto ad un ostacolo qualunque, la identità è perfetta (3).

Quanto alle Sciadiacee, non meno evidenti risaltano le rassomiglianze di organizzazione delle cellule vegetative e dei germi mobili e di cui ci siamo già estesamente occupati altrove.

Tuttavia non bisogna dimenticare come anche dentro gli angusti confini di questa naturalissima Famiglia abbiamo riconosciuto delle forme ad elementi plurinucleati, tali gli *Ophiocytium;* anzi non tutte le specie di questo genere possiedono cellule così costituite, e tale carattere apparisce a volte come esclusiva prerogativa degli stessi individui di una medesima specie i più sviluppati in lunghezza; così è nell'*O. majus* Näg. Le forme a sifoncini molto corti hanno 1 o 2 nuclei. In generale estremamente variabile è il numero dei nuclei anche nei diversi individui di una medesima specie. Tali considerazioni attenuano sempre più il valore sistematico dell'accennato carattere almeno quanto alle forme appartenenti al gruppo delle Confervali.

In complesso tali confronti chiaramente dimostrano che tanto presso le *Conferva* e le Sciadiacee, quanto nelle Botridiacee esista uno stesso piano di organizzazione delle cellule, delle zoospore e delle zoogamete; è pure notevole il fatto che la materia amilacea manca al contenuto cellulare e come sostituto vi scorgiamo delle gocciole di sostanza grassa. Epperò come espressione di tali armonie morfologiche e fisiologiche, siffatti generi e i gruppi sistematici che ne risultano, io non credo siano in alcuna guisa separabili e congruo apparisce il raccoglierli in unico plesso che si dirà delle *Confervales* assegnandovi i seguenti caratteri:

---

(3) Veggansi alla fine di questo libro le Note di *addenda* e *corrigenda*.

Cohors . . . . . CONFERVALES.

Algæ mono- aut pluricellulares; cellulæ chromatophoros distinctos 1-pluros pyrenoide destitutos includentes; contento amylaceo nullo. Zoosporæ cilio unico præditæ.

Fam. I. **Sciadiaceæ** mihi.

Thallus basi plus minus longe stipitiformi producta substrato adnatus, unicellularis v. monosiphonideus (in *Ophiocytio*) et plus minus elongatus, cavitate continua nucleos pluros includente. Zoogametæ (ubi cognitæ) cilio unico.

Mischococcus, Näg.
Peroniella, Gobi.
Characiopsis, Borzì.
Chlorothecium, Borzì.
Ophiocytium, Rabh.

Fam. II. **Confervaceæ** mihi.

Thallus multicellularis, filamentosus, simplex, primum substrato adfixus, deinde libere natans. Zoogametæ cilio unico (?).

Conferva Lagerh. (Lk. ex p.)

Fam. III. **Botrydiaceæ**, mihi.

Thallus monocellularis aut articulo unico sat magno, cavitate continua cellulam simulante, nucleos pluros includente, constans, liberus aut basi in radiculas hyalinas productus et terra insidens. Zoogametæ ciliis binis.

Tribus I. *Bumillerieæ* mihi. Cellulæ oblongo-ellipticæ, 4-8-16 utroque polo arctæ connexæ seriemque simplicem constituentes.

Bumilleria, Borzì.

Tribus II. *Botrydiopsideæ* mihi. Cellulæ sphæriæ, liberæ, segregatæ.

BOTRYDIOPSIS, Borzì.

Tribus III. *Botrydieæ* mihi. Thallus pyriforme-intumescens, basi in appendices radiciformes productus.

BOTRYDIUM, Rost. et Wor.

Ad ulteriore schiarimento dell'esposto schema è d'uopo aggiungere che il genere *Microspora*, nel senso del Lagerheim, si allontana dalle vere *Conferva* per la costituzione dei cromatofori, essendo essi, quantunque privi di pirenoidi, conformati a nastro in talune specie (*M. Willeana* Lagh., e *M. stagnorum* Thr.) oppure in ampia placca a numerose perforazioni (*C. floccosa* Thr.) (4) e capaci di produrre materia amilaceà. Di più, le zoospore possiedono costantemente 2 o 4 ciglia. In conseguenza, a me sembra che il genere *Microspora* sia piuttosto da collocarsi in un gruppo distinto dalle *Confervales* essendone le sue affinità coi generi accennati evidentemente assai lontane. Ma di ciò avrò occasione di occuparmi un po' particolarmente alla fine di questo fascicolo.

---

(4) Seguendo tale criterio parmi giustificata la costituzione di un genere distinto che intitolerò *Dictyothele* includente l'unica specie nota: la *Microspora floccosa* Thr.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

TAVOLA XVI.

Fig. *1.* — Una colonia seriale.
» *2.* — La medesima in via d'accrescimento per divisione vegetativa.
» *3.* — Formazione dei gonidi.
» *4.* — Altro caso di formazione dei gonidi.
» *5.* — Ulteriore sviluppo dei gonidi.
» *6.* — Gonidi molto rimpiccioliti in seguito a reiterate divisioni.
» *7.* — Germinazione dei gonidi; stati incipienti di sviluppo di nuove colonie seriali.
» *8.* — Primi stadi della formazione delle zoospore.
» *9.* — Ulteriore fase della figura precedente.

TAVOLA XVII.

Fig. *10.* — Stadi ultimi della formazione delle zoospore.
» *11.* — Zoospore libere ed in movimento.
» *12.* — Zoospore a conformazione anomala.
» *13.* — Zoospore moventisi alla guisa di amebe.
» *14.* — Primi stadi di germinazione delle zoospore.
» *15.* — Articoli vegetativi allo stadio di cistidi, di cui uno (a destra) svolgentesi in zoogamete. (?)
» *16.* — Ipnospore ibernanti provenienti da' gonidi della figura 5.
» *17.* — Sviluppo delle ipnospore e formazione delle zoogamete.
» *18.* — Zoogamete libere ed in movimento.
» *19-20.* — Casi di copulazione delle zoogamete.
» *21.* — Ulteriori fasi di copulazione delle zoogamete e formazione delle zigospore.
» *22.* — Stadi incipienti di svolgimento delle zigospore e di formazione delle colonie seriali della fig. 1.

N. B. — Tutte le figure sono ingrandite 250 volte circa, salvo la fig. 13 dove le zoospore sono rappresentate sotto un ingrandimento di circa 600 diametri. Con *p* è stato indicato il residuo calittriforme della parete delle cellule madri.

PRASIOLA, AG., (char. auct.).

Lepra, Lepraria, Byssus, Lichen, Tremella, vet. Auct. (ex parte);

Conferva, DILLW., *Brit. Conf.*, tab. 7, 1809 (ex parte);

Oscillatoria, LYNGB., *Hydr. Dan.*, p. 95, 1819 (ex parte);

Prasiola, AG., *Sp. Alg.*, p. 416, 1821; JESSEN, *Pras. Monogr.*, 1848, RABH., *Fl. eur. Alg.*, III, p. 308, 1865; LAGERST., *Om algslägtet Prasiola*, Upsala, 1869; T. G. AGARDH, *Till Algernes Systemat.*, VI, *Ulv.*, Lund, 1882, p. 174; DE TONI, *Syll. Alg.*, I, 140, 1889; IMHAEUSER, in *Flora*, III, 1889.

Lynybya, AG., *Syst.*, p. 73, 1824 (ex parte);

Ulva, AG., *Syst.*, p. 188, 1824 (ex parte);

Protococcus, AG., *Syst.*, p. 13, 1824 (ex parte); KTZ., *Sp.*, p. 196, 1845, (ex parte); RABH., *Fl. eur. Alg.*, III, p. 56, 1865, (ex parte); DE TONI, *Syll.*, 699, 1889, (ex parte).

Pleurococcus, MENEGH., *Mon. Nost.*, p. 30, 1842 (ex parte); RABH., *Fl. eur. Alg.*, III, 24, 1865, (ex parte); DE TONI, *Syll.*, I, p, 687, (ex parte).

Hormidium, KTZ., *Phyc. gen.*, p. 244, 1843; DE TONI, *Syll.*, I, p. 156, 1889.

Schizogonium, KTZ., *Phyc. gen.*, p. 245, 1843; RABH., *Fl. eur. Alg.*, III, p. 368, 1865; DE TONI, *Syll.*, I, p. 153, 1889.

Rhizoclonium, KTZ., *Phyc. gen.*, p. 260, 1843 (ex parte);

Tripothallus, HOOK. et HARW., *Alg. antarct. et Nov. Zel.*, Vol. II, p. 500, t. 194, fig. 1, 1845.

Ulothrix, KTZ., *Sp.*, p. 350, 1849 (ex parte); RABH., *Fl. eur. Alg.*, III, p. 365, 1865, (ex parte).

Palmodictyon, KTZ., *Spec.*, p. 234, 1849 (ex parte);
Cystococcus, NAEG., *Gatt. einz. Alg.*, p. 85, tab. III, *E*, 1849;
Hæmatococcus, A. H. HASSALL, *Hist. of the Brit. Fresthw.*, p. 333, 1852 (ex parte);
Chlorococcum, RABH., *Flor. eur. Alg.*, III, p. 57, 1865 (ex parte).

I.

Tav. XVIII, XIX e XX.

La storia del genere *Prasiola*, della sua posizione sistematica, delle relazioni di esso ad altre forme di Alghe verdi, ci richiama ad una serie d'importanti lavori comparsi in varie epoche. I più riflettono lo sviluppo, e prevalente troviamo in essi il concetto che molte forme inferiori di Alghe monocellulari si colleghino, in maniera genetica, alle specie di *Prasiola* per intermediario di forme confervoidee, note coi nomi di *Hormidium* e *Schizogonium.*

Ad avvalorare questa opinione gli Autori si sono fondati sul fatto della frequente coesistenza delle diverse forme sulla medesima stazione, e sono stati raccolti, descritti e figurati un buon numero di casi intesi a chiarire e a illustrare siffatti rapporti. Questo è il criterio cui troviamo ispirati i lavori e le deduzioni di J. Meyen (1), F. Unger (2), Kützing (3), Jessen (4), Braxton Hickx (5), P. Reinsch (6), Fr. Gay (7),

(1) J. MEYEN, *Ueber die Priesteley'sche grüne Materie, wie über die Metamorphose des Protococcus viridis in Priestleya botryoides und Ulva terrestris*, nella *Linnæa*, II, 1827.

(2) F. UNGER, *Die Lebengeschichte der Ulva terrestris*, Roth.; nei *Nov. Act. Ac. Cœs. Leop. Nat. cur.*, XVI, 1833.

(3) KÜTZING, *Phyc. gener.* pag. 107, tab. III, fig. VII, 1, 2, 3 e *Die Umwandlung niederer Algenformen in höhere*, Harlem, 1841.

(4) JESSEN, *Prasiolæ generis algarum Monographia*, Kiel, 1848.

(5) BR. HICKS, *On the Diamorphosis of Lyngbya*, nel *Quart. Journ. of microsc. Scienc.*, 1861.

(6) P. REINSCH, *Ueber die genetischen Zusammenhang von Hormidium, Schizogonium und Prasiola*, nella *Bot. Zeit.*, 377-379, 1867.

(7) FR. GAY, *Sur les Ulothrix aëriens*, nel *Bull. de la Soc. bot. de Fr.*, XXXV, 1888.

De Wildeman (8), A. Hansgirg (9) e di altri. Soltanto recentemente questa grave quistione è stata trattata in via sperimentale dal Dottor L. Imhäuser (10). Le ricerche di questo botanico non lasciano più alcun dubbio sulla necessità di estendere i limiti del genere *Prasiola*, includendovi tutte quelle forme già note coi nomi di *Hormidium* e *Schizogonium* essendo queste ultime dei semplici stadi metagenetici di varie *Prasiola;* il che può essere praticamente dimostrato mediante colture.

Il lavoro dell'Imhäuser lascia però tuttora impregiudicato un lato importante della quistione, quello, cioè, dei possibili rapporti genetici delle stesse specie di *Prasiola* con altre forme di Alghe unicellulari terrestri. Già parecchi autori hanno sostenuto l'opinione che il *Pleurococcus vulgaris* Menegh. rappresenti una fase di svolgimento di qualche forma di *Hormidium* o *Schizogonium.* Lo stesso Imhäuser, ricercando le affinità delle Prasiolacee e istituendo dei confronti colle Palmellacee e segnatamente col genere *Pleurococcus*, ha dovuto constatare intime rassomiglianze con queste ultime forme e tali da far credere che esistesse quasi completa identità fra una colonia di *Pleurococcus* e le frondi di *Prasiola crispa,* astrazion fatta da differenze di grandezza.

L'interesse che presenta la soluzione di questo quesito è senza dubbio ben significante, se si considera come troppo vaghe sieno le attuali nostre cognizioni intorno al valore morfologico del genere *Pleurococcus*, e quanto lungamente sia stata discussa la quistione dell'autonomia delle forme descritte sotto questo nome. Anzitutto rimangono ancora assai indeterminati i caratteri di questo genere, fondati, come sono, esclusivamente sulla maniera di aggregazione degli elementi in colonie di forma tabulare o cubica e moltiplicantisi per

---

(8) De Wildeman, *Note sur deux espèces terrestres du genre Ulothrix* nei *Bull. de la Soc. royal de Bot. de Belgique*, Tom. XXX, 1ª p.

Idem, *Note sur l' Ulothrix crenulata* Ktz.; ibid. XXVI, 2ª p.

(9) A. Hansgirg, *Ueber die aërophytischen Arten der Gattung Hormidium* Ktz., *Schizogonium* Ktz. *und Hormiscia* (Fr.) Aresch. (*Ulothrix* Ktz.) nella *Flora*, pag. 259-266, 1888, n. 17.

(10) L. Imhaeuser, *Entwickelungsgeschichte und Formenkreis von Prasiola*, nella *Flora*, 1889. n. 3.

av. XVIII, XIX e XX

succedanea bipartizione che si alterna secondo le tre direzioni dello spazio. Secondo alcuni autori, tutti gli elementi figliali, a qualunque generazione appartengano, persistono indefinitamente allo stato vegetativo incapaci di riprodursi per mezzo di germi mobili (11). Altri invece attribuiscono alle cellule di *Pleurococcus* la facoltà di generare zoospore (12).

Prescindendo da tali contraddizioni, la definizione più generalmente accettata del genere *Pleurococcus* è suscettiva di addirsi a forme monocellulari di origine la più disparata, a moltiplicazione per zoospore temporaneamente sospesa. Sicchè senza la scorta di criterî più sicuri rimangono sempre i confini di questo gruppo molto vaghi ed indeterminati; e tali criterî sono appunto quelli che potrebbero esser forniti dalla costituzione delle cellule e della maniera di svolgimento. In tal modo non solo resterebbero meglio chiarite le affinità dei *Pleurococcus* alle *Prasiola*, ma sopratutto eliminati molti dubbi relativi all'autonomia di tale forme.

Tale è lo scopo che mi son proposto in una serie d'indagini, i risultamenti delle quali formano argomento delle seguenti pagine.

II.

A voler procedere con maggior sicurezza nelle ricerche, di cui è parola, occorre anzitutto formarsi un concetto preciso dei caratteri particolari alle forme genèralmente descritte col nome di *Pleurococcus*.

Dal tempo in cui il Meneghini (13) costituiva il genere *Pleurococcus* assumendone come tipo una forma molto comune, il *P. vulgaris*, ad oggi le opere descrittive annoverano varie specie, sia per inclusione di forme prîma ascritte ad altri generi, sia per scoperta di nuove. Estesi i limiti primitivi, il genere *Pleurococcus* rimane ai

(11) G. Klebs, *Ueber die Organisation einiger Flagellaten-Gruppe ud ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien*, nelle *Unters. aus dem bot. Inst. zu Tübingen*, I, 342.

(12) Cfr. le diagnosi contenute nelle opere di Rabenhorst (*Fl. eur. alg.* III, 24) di De Toni *Syll.*, I, pag. 690), etc.

(13) G. Meneghini, *Monogr. Nost.*, p. 30.

Tav. XVIII, XIX e XX

nostri giorni un'informe accozzaglia di specie assai disparato nei loro caratteri fondamentali morfologici, differenti per origine e per sviluppo pur si voglia analoghe in talune esterne peculiarità. Un esame accurato di tutte quelle forme riferite da molti autori al genere *Pleurococcus* e come tali pubblicate o distribuite in erbarî non è cosa facile; però valgano alcuni esempi da me raccolti a prova di tal fatto.

*
* *

Il Meneghini, quantunque definisca per il primo il genere *Pleurococcus*, si è trovato di contro a parecchie difficoltà nella identificazione di altre forme. Così, egli indica nel suo proprio erbario col nome di *Pleurococcus ulvoides* e *Pl. julianus* delle forme di Croococcacee probabilmente appartenenti al genere *Glœocapsa*. Un saggio autentico dello stesso Meneghini, raccolto alle Terme Euganee, portante la denominazione di *Pleurococcus vulgaris*, è altresì riferibile alle stesse Croococcacee.

Nell' erbario di Meneghini si osservano degli esemplari di specie appartenenti al genere *Glœocapsa* o simili delle Cianoficee, indicate dal Nägeli coi nomi di *Pleurococcus versicolor* Näg. e *Pl. dermochrous* Näg.

*
* *

Il *Pleurococcus angulosus* Menegh. (*Nost.*, 37, n. 5, tab. IV, figura 5), distribuito negli *exsiccata* di Rabenhorst sotto il n. 327, è certamente una forma di *Chroococcus* a cellule vistose. A meno che non vi sia uno sbaglio nella determinazione, le cellule non possiedono un cloroforo verde, nè tanto più questo è «elegantemente reticolato» come asserisce il De Toni (14). Questo egregio algologo riunisce sotto la stessa denominazione di *P. angulosus* la *Chlorosphæra endophyta* Klebs (*l. c.* p. 343), pianta effettivamente diversa e di cui le affinità, appunto per la forma dei clorofori e la maniera di accrescimento delle

(14) *Syll.*, I, 691.

v. XVIII. IX e XX.

cellule, dovrebbero, a parer mio esser ricercate assai lungi dai *Pleurococcus*, forse fra i generi delle *Siphonacladiales* endofitiche (*Endosphæra, Phyllobium, Chlorochytrium*, etc.).

*
* *

I saggi di *Pleurococcus roseus* Rabh., pubblicati dal Rabenhorst nelle sue decadi sotto il n. 445 (sub *Protococco*), contengono esemplari del preteso *Protococcus Wimmeri* Hilse; sono delle enormi cellule a contenuto di un bel rosso cerasino e con parete assai spessa e stratificata quali si rinvengono nell'esemplare n. 1031 contenuto nelle stesse decadi. La descrizione che dà il Rabenhorst (15) del suo *P. roseus* non ha nulla che fare coi saggi citati, nè colle indicazioni date dal Meneghini (16) perchè le cellule dovrebbero essere estremamente piccole, tutto al più 2 o 3 μ. A quanto mi sembra, l'errore trae da ciò che il Rabenhorst, per una strana svista, ha scambiato per vere cellule, le minutissime goccioletta di materia colorante d'aspetto oleoso di cui è compenetrato il contenuto dei grossi elementi di *Protococcus Wimmeri.* Questi, sotto una certa pressione esercitata dal copri-oggetti, facilmente si rompono e la sostanza medesima vien fuori e si sparge nel liquido ambiente in forma di numerosi corpi sferoidi, ora liberi, ora appaiati: e, come in questi casi avviene, esse gocciole manifestano un rapido movimento Browniano, tant'è che il Rabenhorst osserva nel cartellino che accompagna il saggio: « N.B. Die Zellen zeigen in Wasser eine äusserst lebhaft Molecularbewegung ». Di questo fatto ci si può assicurare anche negli esemplari disseccati.

Ciò che dagli autori intendesi per *Pleurococcus miniatus* Näg. (17) è un Alga verde a cellule variabili per dimensioni, sferiche, ma di ordinario alquanto poligone per mutue pressioni subite. Esse conten-

(15) *Flor. eur. alg.* III, p.

(16) *Nost. mon.* p. 14, N. 4, Tal. I, fig. 4 *a, b.*

(17) Naegeli, *Gatt. einzell. Alg.*, Zürich, 1849, p. 65, Tab. IV, fig. 1.

gono 1-pochi cromatofori parietali, disciformi, sprovvisti di pirenoidi, di cui il contorno rimane mascherato dalla presenza di un ematocroma più o meno abbondante. Tali particolarità sono di facile rilievo studiando la pianta sul vivo, ma con un po' di cura le si possono riconoscere anche negli esemplari disseccati, di che ho potuto assicurarmi esaminando i saggi distribuiti nelle decadi di Rabenhorst sotto i numeri 31, 368 e 1777 e quelli contenuti nelle *exsiccata* di Wittrock e Nordstedt ai numeri 334 e 335.

Tav. XVIII. XIX e XX.

Nelle serre di alcuni giardini di Firenze, ove io già osservavo viva quest' alga, le cellule, oltre a dividersi e moltiplicarsi semplicemente in via vegetativa, davano luogo a formazione di zoospore, le più isolandosi e assumendo un contorno circolare. In tale stadio l'alga rivestiva tutti i caratteri del *Protococcus caldariorum* Magnus, pubblicato nelle *exsiccata* di Rabenhorst ai numeri 2465 *a*, *b* e 2466 e in quelli di Wittrock e Nordstedt ai numeri 238 e 454. Di più, vi si notavano quasi sempre associati dei cespuglietti di *Tentrepohlia lagenifera* Wille e delle frondi di *Hansgirgia flabelligera* De Toni; il che è anche confermato dai saggi da erbario. La osservazione diretta prova poi che gli elementi monocellulari del preteso *Pleurococcus miniatus* derivino da dissoluzione dei fili di quest'ultime forme di Croolepidacee; la struttura di essi elementi ne è del tutto identica; epperò s'è indotti con ogni certezza a considerare il detto *Pl. miniatus* come una forma metagenetica di alcune Cloolepidacee. Non è qui luogo insistere come la più parte delle specie dei generi *Tentrepohlia* e simili delle Croolepidacee offrano di comune cotesto stadio protococcoideo; ho potuto ripetutamente verificarlo a Vallombrosa nella *Tentrepohlia umbrina*, ed a Messina in una specie indeterminata a fili esilissimi. Secondo le stazioni, i gonidi protococcoidei derivati per dissoluzione degli articoli e per corrispondente gelificazione delle membrane, possono o non, contenere dell'ematocroma; la presenza di pochi cromatofori privi di pirenoidi all'interno delle dette cellule svelerà sempre, senza dubbio, la origine sospetta di tali elementi per quanto apparentemente essi rivestano i caratteri di produzioni affatto autonome.

Debbo in ultimo avvertire come il Klebs (*mem. cit.*, pag. 333), attribuisca ai cromatofori di *Pleurococcus miniatus* un cromatoforo provvisto di pirenoide. Ciò non risponde alle mie osservazioni; è pro-

Tav. XVIII, XIX, XX.

babile che si tratti di un errore di determinazione. Anche lo stesso *Pleurococcus vulgaris*, per seguìta insolazione, può assumere una colorazione rossastra, di che ho potuto spesso accertarmi in esemplari raccolti sui muri di una serra in Messina. Di più, frequente è nelle stufe un'Ulotrichiacea: la *Ulothrix flaccida* Ktz.; i suoi gonidi protococcoidei formano sui vasi, sulle pareti e sui vetri uno strato rossiccio ed hanno tutti i caratteri esteriori del *Pleurococcus miniatus*. Però la presenza di un cromatoforo parietale provvisto di pirenoide, per quanto le gocciole di ematocroma ne occultinò i contorni, basta a chiarire la vera origine di tali formazioni.

* * *

Col nome di *Pleurococcus tectorum* Trev. troviamo distribuito nelle Decadi di Rabenhorst (sub *Protococco)* al numero 347, un saggio di Alga unicellulare di cui i caratteri esterni corrispondono grossolanamente a quelli indicati come proprî al *Pleur. vulgaris;* le cellule includono una ampia placca crorofillacea parietale provvista di pirenoide. Non è così, quanto ai saggi pubblicati collo stesso nome nello *Erbario Crittogamico italiano* Ser. I, al num. 961; quivi le cellule vedonsi munite di un grosso cromatoforo centrale laciniato-stellato; con difficoltà scorgonsi le traccie di un pirenoide. Gli esemplari freschi, che io conosco, dello stesso *P. tectorum* Trev., possiedono degli elementi del tutto identici, quanto alla struttura, a quelli di varie forme di *Ulothrix;* anzi, le mie ricerche m'inducono a credere che lo stesso preteso *Pl. tectorum* non sia altro che una semplice fase metagenetica della *Ulothrix flaccida* o simili.

Anche le cellule di *Pleurococcus aureo-viridis* Rabh. possiedono una struttura perfettamente identica a quella degli elementi della precedente forma; vi si nota un ampio cromatoforo parietale provvisto di pirenoide. Secondo le stazioni e lo stato di sviluppo, quest'alga accenna ad assumere un colorito rossastro. Io credo di non errare considerando il *P. aureo-viridis* come una forma di sviluppo di specie di *Stigeoclonium, Entoderma, Protoderma*, ecc. come meglio sarà detto poi.

Forse la stessa considerazione è da farsi quanto al così detto *Pleurococcus mucosus* Rabh.

*
* *

Del *Pleurococcus vulgaris* Menegh. ho avuto la opportunità di esaminare ben 25 esemplari autentici del compianto Meneghini per cortesia del Prof. Caruel. I saggi sono quasi tutti accompagnati da osservazioni e figure di pugno dello stesso Autore e provengono da varie parti della Toscana e del Veneto. Le cellule, per quanto è possibile giudicarlo dal secco, offrono una struttura ben differente da quella che abbiamo rilevato nelle precedenti specie; costantemente possiedono un cromatoforo centrale di forma laciniato-stellata includente un pirenoide nel suo mezzo; varia il numero e la disposizione delle lacinie; a volte se ne contano 4 o 5, talora più. La parete presenta un margine di mediocre spessore, ma variabile anche nei diversi individui di differenti saggi indicati dal Meneghini col nome di *P. vulgaris*. Le dimensioni non offrono nulla di significante; su per giù il diametro importa 4-8 μ. I medesimi caratteri si riscontrano negli esemplari distribuiti in altri erbari collo stesso nome e segnatamente sotto i numeri 246, 448 e 449 della collezione dei signori Wittrock e Nordstedt, e sotto il numero 661 dell' Erbario crittogamico italiano, Ser. II. Lo stesso dicasi del saggio distribuito col nome di *Protococcus communis* Ktz. nelle Decadi di Rabenhorst al numero 11.

Tav. XVIII, XIX e XX

*
* *

Salvo lievi differenze di spessore nella membrana, le cellule del *Pleurococcus pachydermus* Lagh. presentano una struttura identica a quella della precedente specie, come ce ne assicura il saggio autentico distribuito dai signori Wittrock e Nordstedt al numero 447.

Forse lo stesso deve dirsi del *Pleurococcus dissectus* Näg. stando alle indicazioni degli autori e alle figure contenute nell' opera di Nägeli (Tav. IV, E, fig. 3) ove la forma stellata del cromatoforo apparisce nettamente delineata.

Tav. XVIII, XIX e XX.

* * *

In complesso, il genere *Pleurococcus*, quale è ammesso e delimitato dagli autori, è una svariata accozzaglia di forme assai disparate nella struttura dei loro elementi e di differente valore sistematico. Escludendo tutte quelle pretese specie evidentemente a contenuto ficocromaceo ammesse dal Meneghini, dal Rabenhorst, dal Nägeli o da altri (p. e. *Pleurococcus ulvoides* Menegh.! in hb. Mus. Fl.! *P. julianus* Menegh. ib.! *P. dermochrous* Näg. in hb. Menegh.! *P. glomeratus* Menegh. ib.! *P. roseus* Rabh.! *P. persicinus* Rabh.! *P. roseo-persicinus* Rabh.! *P. coerulescens* A. Br.! *P. bituminosus* Trev. *P. crepidinus* Rabh.) ed attenendoci alle specie considerate nella più recente opera di Algografia universale, cioè la *Sylloge* del De Toni, dobbiamo distribuire le forme note al momento in cui scriviamo nei quattro gruppi seguenti:

I. Specie a cellule provviste di un cromatoforo parietale clatrato-laciniato: *Pl. angulosus* Menegh. (sec. De Toni).

II. Specie a cellule includenti 1-pochi cromatofori parietali disciformi privi di pirenoide: *Pl. miniatus* Näg.! *Pl. rufescens* Brèb. (incl. *Protococcus caldariorum* Magnus!).

III. Specie a cellule provviste di un cromatoforo parietale in forma di lamina includente un pirenoide a indumento amilaceo: *Pl. tectorum* Trev.! (part.), *P. aureo-viridis*, Rabh., *Pl. mucosus*, Rabh., *Pl. lateritius* Wolle (?).

IV. Specie a cellule fornite di un cromatoforo centrale, laciniato-stellato includente un pirenoide: *Pl. vulgaris* Menegh.!, *Pl. pachidermus* Lagh.!, *Pl. dissectus* Näg., *Pl. crenulatus* Hansg. (?)

III.

Le precedenti considerazioni facilitano la soluzione del quesito proposto: le forme appartenenti ai gruppi I, II, III, sono evidentemente affatto estranee al genere *Pleurococcus*, di cui i caratteri tipici troviamo compendiati nei saggi autentici del fondatore di detto

genere, pubblicati sotto il nome di *Pl. vulgaris*. Questa specie fondamentale possiede come caratteri costanti delle cellule a cromatofori centrali laciniato-stellati, provvisti di pirenoide del tipo identico a quelli degli elementi di *Prasiola, Schizogonium* e *Hormidium* ed è probabilmente per un errore di determinazione che il Gay (18) asserisce che « les vrais *Pleurococcus* ont une structure cellulaire différente » e che il *Pl. vulgaris* « possède dans chaque cellule un chloroleucite en plaque pariétale ».

Tav. XVIII. XIX e XX.

Definito il genere *Pleurococcus*, messe in rilievo i suoi fondamentali caratteri sarà agevole ricercare quali rapporti leghino le sue forme alle *Prasiola*.

Il metodo d'indagini da me seguito è stato, come al solito, quello di sperimentali prove di coltura avvalendomi da principio del materiale raccolto sulle pareti umide di una vecchia fontana presso Monte Catini in Toscana. Poi mi sono giovato di materiale fresco proveniente da altre località e principalmente attinto ai gonidi verdi protococcoidei di varî Licheni.

Dei risultamenti di questo ultimo genere d'indagini sarà fatta speciale menzione altrove, essendo questo un argomento di grave interesse per la biologia dei Licheni.

Come substrato di coltura mi son giovato di piccole tavolette di pomice prima sterilizzate dentro stufe ad alta temperatura. Le tavolette venivano conservate in ambiente umido e di tanto in tanto innaffiate con acqua comune di fonte nella quale era stata disciolta una tenue quantità di un sale ammoniacale (nitrato d'ammonio).

Uno sguardo alla costituzione degli elementi e delle colonie di *Pleurococcus vulgaris* è anzitutto necessario.

Ogni cellula è raro che si riscontri separata; spesso si hanno delle associazioni di 2-4-8-16-32 elementi quali sono state descritte e figurate dagli Autori. Possiedono una propria ma sottilissima parete, che il cloruro di zinco jodato colora in violetto intenso, e paiono immersi in una ganga di spessa gelatina. Questa è però in apparenza una esterna differenziazione della medesima membrana, cui lo stesso reattivo conferisce una tinta azzurrastra molto sbiadita. Quando si

Fig. 1.

---

(18) *Mem. cit.*, pag. 73.

Tav. XVIII. XIX e XX.

esercitano delle pressioni in modo da dar luogo a una forzata disassociazione delle cellule, gli elementi separati trascinano con se dei frammenti di detta materia, che assume l'aspetto di un secondo ed esterno rivestimento, a mo' di cappuccio, di cui sono inviluppati parzialmente gli elementi medesimi. Lo spessore di siffatta produzione è molto variabile. Quando le cellule naturalmente si isolano la ganga gelatinosa fondamentale tende a svanire; ma durante la costituzione loro in nuove colonie torna a comparire, ed è chiaro che essa proceda dagli strati esteriori della membrana ed ha l'ufficio di tenere adesi gli elementi delle colonie.

Fig. 1.

È raro il caso che la forma stellata dei cromatofori risalti distinta senza l'impiego di acqua iodata per via della ordinaria presenza di granulazioni solide contenute nel protoplasma delle cellule. Ricorrendo a tale espediente notiamo un grosso corpo clorofillaceo situato nel mezzo della cavità diviso irregolarmente in 5-7 lacinie o grossi cordoni a sezione circolare, che terminano in contatto alle pareti cellulari colla estremità alquanto dilatata. Nessun dubbio lascia la posizione centrale di detti cromatofori. Nella parte mediana di essi notiamo un grosso pirenoide sferico o ellissoide, specie quando si impiega l'acqua jodata.

Fig. 5.

I pirenoidi dei cromatofori del *Pleurococcus vulgaris* Menegh., porgono con sorprendente chiarezza la prova della natura cristallina di tali produzioni. Di già senza l'impiego di reattivi si può notare come la forma di essi è quella di un esagono o pentagono regolare. L'indumento amilaceo, di cui sono rivestiti, segue perfettamente siffatto contorno. Meglio che la soluzione dell'acido picrico, il cloruro aurico serve a mettere in rilievo tale particolarità. Il reattivo allontana l'indumento amilaceo; tutto il contenuto cellulare prende una tinta brunastra e una struttura finamente granulosa dentro cui spicca distinto il pirenoide a mo' di corpo poliedrico, omogeneo, denso e lucido. Per mezzo di tale espediente occorre a volte di scorgere allo interno di un medesimo rivestimento amilaceo due distinti pirenoidi aventi la stessa forma e la medesima regolarità geometrica.

Un piccolissimo nucleo esiste di forma lenticolare ed è situato nel centro della cellula presso il pirenoide; i suoi contorni risaltano distinti impiegando la soluzione di ematossilina.

Tav. XVIII. XIX e XX.

Il D.r Klebs (19), a proposito della struttura degli elementi di *Pleurococcus vulgaris* Menegh. fa rilevare come essi sieno privi di materia amilacea e che come prodotto del transustanziamento osservasi dell' olio.

Questo argomento è degno del massimo interesse.

Cominciamo a considerare le cellule in pieno sviluppo vegetativo. In tale stadio spiccano distinte le lacinie del cromatoforo; fra le quali par si aduni un plasma del tutto omogeneo, jalino, a mo' di limpida linfa. La tintura alcoolica di jodio, se estremamente diluita, conferma tali condizioni. Coll' impiego di detto reagente il contorno del pirenoide assume un colorito quasi azzurro; esso diviene maggiormente netto e si può agevolmente rilevare come la forma di tale organo si accosti a quella di un esagono o di un pentagono regolarissimo. La reazione dimostra la presenza di un indumento amilaceo alla periferia del pirenoide, e la osservazione fatta sotto forti ingrandimenti prova che si tratti di un rivestimento estremamente esiguo, continuo e omogeneo nella sua massa. Del resto nè meno gli altri reagenti jodici mettono in rilievo differenti particolarità di struttura ed escludono in maniera positiva la congettura che in altre regioni della stessa cellula e segnatamente dentro il corpo del cromatoforo, possa trovarsi dell' amido.

Se le cellule si considerano in condizione di sviluppo ritardato, come p. e., durante prolungate colture in acquari, si rilevano degli importanti cambiamenti nel loro contenuto. Questo apparisce finamente granuloso; le granulazioni sono assai frequenti ed irregolari nella loro distribuzione tanto da nascondere i contorni dei cromatofori; hanno la forma di corpuscoli tondeggianti costituiti da una materia densa e opaca. Esse restano indifferenti sotto l' azione dei reattivi jodici; spariscono trattate coll' idrato potassico. Però la soluzione dell' acido osmico conferisce ad essi una tinta nera brunastra ben marcata. Il che mette in evidenza che in fatto trattisi di gocciole di materia oleosa precisamente come è stato indicato dal Klebs. Perchè la reazione riesca è d' uopo che l'acido osmico agisca sul preparato per un paio d' ore almeno. Le dette gocciole occupano da principio i vacui

---

(19) *Mem. cit.*, 333.

Tav. XVIII. XIX e XX.

lasciati scoperti dai lembi del cromatoforo donde poi si spandono in tutto il resto della cavità cellulare. La diretta osservazione prova che i cromatofori sono precisamente gli organi di elaborazione di tale sostanza, e che essa prende origine in seno al corpo clorofillaceo nello stesso modo come i granuli d' amido di cui non è che un semplice sostituto.

Non ostante tali condizioni, non si può in maniera assoluta affermare che gli elementi di *Pleurococcus* manchino di materia amilacea. Già notammo come i pirenoidi possiedano un tenue inviluppo amilaceo. Nelle cellule a sviluppo ritardato, dove copiosa è la produzione della sostanza grassa , cotesto indumento apparisce notevolmente inspessito e a tal segno che l' intiero pirenoide occupa ormai poco più di una terza parte dell' intiera cavità cellulare. Anche in tal caso il contorno poligonale si conserva inalterato e sembra costituito da un denso cumulo di granulazioni opache che a prima vista non si direbbero diverse dalle altre di natura oleosa ; i reattivi jodici però chiariscono che effettivamente tale materia rappresenta dell' amido : essa colorasi tosto in azzurro, ma la tinta, poco minuti dopo l'impiego del reattivo, si cangia in un bruno carico.

Notevole è la circostanza, come la produzione della materia amilacea, di cui è punto di partenza il pirenoide, può in elementi vecchi e allo stato di vita latente, assumere un'importanza maggiore, ond'è che in quei casi, non di rado scorgonsi dei granuli staccarsi dal contorno del pirenoide e confondersi colla massa oleosa fondamentale del contenuto. Presso tali cellule si può dire normale la presenza di un grosso nucleo centrale formato da fine granulazioni amilacee, che si confondono con quelle di natura oleosa.

IV.

Fig. 1.

La moltiplicazione vegetativa delle colonie ha luogo per reiterate bipartizioni dirette senza alcuna norma costante , secondo una , due , tre direzioni dello spazio. Contemporaneamente segue la disassociazione degli elementi e nuove colonie si formano e si accrescono. Talora sembra essere in prevalenza la bipartizione nelle direzioni della

superficie, o, mentre alcune cellule si sono divise per parecchie volte in tal modo, altre seguitano alcun tempo a scindersi secondo una nuova e terza direzione. Alle volte la bipartizione sembra aver luogo secondo una sola direzione: così si ha l'accenno alla formazione di fili, ma questa forma di divisione cambia tosto e derivano dei plessi membraniformi di pochi elementi o tabulari o cubici.

Tav. XVIII. XIX e XX

Nelle mie colture e nelle indagini dirette, istituite su materiale vivo proveniente dalla scorza di alcuni alberi, insieme a tali modalità di formazione e di ampliamento delle colonie ne ho notate altre degne di menzione, poichè dimostrano la possibilità di ulteriori sostanziali trasformazioni e mettono in chiaro delle armonie genetiche fra il *Pleurococcus vulgaris* Menegh. e le forme di *Hormidium* e *Schizogonium*.

Fig. 2-4.

È molto facile concepire come persistendo l'ampliamento delle colonie in una sola direzione, seguendo, cioè, la divisione reiteratamente in uno stesso senso, si avranno delle disposizioni seriali, delle vere formazioni filamentose, quali sono state descritte come caratteristiche del genere *Hormidium*. Questi casi sono stati da me frequentemente notati. Le cellule, durante tale fase, non perdono affatto i caratteri fondamentali primitivi; il modo di associazione determina in esse prevalente la forma cilindrica più o meno compressa ai due poli opposti; persiste la comune ganga gelatinosa, che in questo caso riveste ancor meglio l'apparenza di una comune e continua guaina gelatinosa. Nessuna modificazione si nota nella struttura del contenuto e segnatamente del cromatoforo.

Nelle mie culture, ho ottenuto delle serie siffatte costituite da un centinaio di articoli circa. Alcuni fili, anzichè persistere semplici, davano luogo a qualche breve ramificazione laterale per divisione longitudinale di un elemento qualunque. Normalmente detti rami arrestavano ben presto il loro sviluppo longitudinale restando 1-o bicellulari; divenuti assai esili, perduto il contenuto clorofillaceo, gli articoli, alquanto allungati, assumevano l'aspetto di vere rizine. La presenza di tali formazioni assicura sempre più della identità di siffatti filamenti con quelli di talune forme di *Hormidium*. Esse sono anzi considerate come carattere costante dell'*H. radicans* (20); si riscontrano altresì in quasi tutte le specie del genere *Prasiola*.

---

(20) Cfr. Gay, *mem. cit.*, p. 67.

Tav. XVIII. XIX e XX Fig. 2-4. Altri fili nelle mie colture accennavano a restar corti e a ramificarsi irregolarmente specialmente verso la base. Però anche in questo caso solo pochi rami accennavano ad un accrescimento più rapido. Tal fatto non attenua la identità della forma di cui discorriamo cogli *Hormidium*. Di fatti, secondo il sig. De Wildeman (21) Fig 3. presso l'*H. parietinum* èvvi luogo a formazione di veri ramuli, identici a quelli che si osservano nell'*H. rivulare* derivanti dalla biforcazione del ramo principale quando l'alga cresca in località umida e se ne facciano delle colture in acqua.

La tendenza a costituire delle serie semplici non è un fatto costante nelle colture; anche nel caso in cui i fili raggiungono una notevole lunghezza, a lungo andare, gli elementi subiscono delle divisioni longitudinali. Così nascono dei veri nastri formati dalla fusione collaterale di due semplici fili, ovvero meglio da doppia serie di elementi. L'insieme che ne risulta offre tutti i caratteri di uno *Schizogonium*.

Però nelle mie colture ho notato che assai fugacemente questa forma persiste allo stato puro; spesso forma delle transizioni parziali alle condizioni di *Hormidium*, ora qua e là vedesi complicata la costituzione dei filamenti coll'aggiunta di nuove serie longitudinali.

È impossibile segnalare tutte le varianti rilevate. Esse provano che dalla forma a fili uniseriali a quelli multiseriali vi sono tutti gli stati di passaggio possibili, tanto in filamenti diversi, quanto nel medesimo filamento.

Nulla di diverso ci porge lo esame del materiale vivo raccolto in differenti stazioni.

Fig. 4. Fra le modificazioni ulteriori segnalate tanto nelle colture, quanto presso quest'ultimo materiale, èvvi quella per cui le colonie accennano a costituirsi in piccoli plessi laminiformi a perimetro ora continuo, ora qua e là protratto in brevi e irregolari lacinie terminanti in unica serie di cellule. Presso tali frondi ho notato frequente la genesi di appendici radiciformi jaline. Questo fatto è di massimo valore per istabilire la identità delle formazioni di cui è parola con frondi inci-

---

(21) E. De Wildeman, *Note sur deux espèces terrestres du genre Ulothrix*; nel *Bull. de la Soc. roy. de Bot. de Belgique*, 1886, Tom. XV, 1a parte.

pienti di *Prasiola*, al quale stato gli elementi di *Pleurococcus* fanno passaggio non sempre per intermediario delle forme filamentose sud-descritte, ma anche direttamente, e veramente io non saprei quali differenze esistano fra una giovane fronda di *Prasiola* e una colonia di molti elementi di *Pleurococcus* situati in plesso continuo e frondiforme — caso assai frequente laddove la dissoluzione delle cellule non si compie immediatamente. Tale circostanza, come si disse, è stata anche segnalata dal signor Imhäuser (22). Questo egregio botanico ha creduto però ravvisarvi una certa differenza nella tendenza, particolare alle frondi di quasi tutte le specie di *Prasiola*, di formare lacune intercellulari e delle appendici radiciformi. Le quali particolarità non sono certamente di così grande valore, perchè, anche come è dimostrato dalle ricerche dello stesso signor Imhäuser, non tutte le forme di *Prasiola* possiedono delle areolazioni e delle rizine. Tuttavia, riferendomi alle mie osservazioni e colture, debbo far notare che pur in colonie normali di *Pleurococcus vulgaris* tali formazioni non sono rare e sono state da me raccolti e figurati diversi casi istruttivi relativi a tali particolarità.

Tav. XVIII XIX e XX Fig. 1-4.

Notiamo infatti che la disassociazione degli elementi delle colonie di *Pleurococcus* si compie normalmente per arrotondamento parziale di alcuni di essi; ne deriva un vero meato intercellulare che segna il punto di partenza della disassociazione della colonia. Talora coteste lacune persistono alcun tempo, s' ingrandiscono anzi per seguita moltiplicazione degli elementi circostanti; l'ampliamento sempre crescente porta con se alla fine la dissoluzione della colonia stessa. È precisamente in questo modo che nascono le areolazioni nei talli di *Prasiola* e si compie la dissoluzione degli elementi che li costituiscono.

Fig. 3-4.

Quanto alle appendici radicimorfe, esse non sono rare tanto nelle forme ormidioidi e schizogonoidi, quanto in quelle che di buon' ora assumono una disposizione frondiforme; anzi ho notato, come anche in colonie ridotte persino a 2, 4 o 8 cellule possano aver luogo tali formazioni. Allora una cellula vedesi protratta al di fuori, assottigliata e conformata in tenue e breve filamento jalino. Il che chiaramente dimostra accennata la tendenza negli elementi a generare delle rizine.

(22) *Mem. cit.*, p. 54.

V.

Tav. XVIII, XIX e XX.

Messe in chiaro per via sperimentale le intime relazioni genetiche del *Pleurococcus vulgaris* Menegh. alle forme di *Hormidium, Schizogonium* e *Prasiola* si sarebbe forzatamente indotti ad ammettere che la disassociazione delle frondi di *Prasiola* in elementi di *Pleurococcus* rappresentasse una forma di moltiplicazione, anzi la sola finora conosciuta. Le ricerche del signor Imhäuser provano appunto che la sola maniera di riproduzione delle *Prasiola* consiste mediante il concorso di cellule pleurococcoidi; le mie osservazioni, di più, precisano che siffatti elementi sono dei veri *Pleurococcus* nel senso Meneghiano. La semplice obbiezione che queste ultime forme possano rinvenirsi non sempre associate a frondi di *Prasiola* o *Schizogònium* o *Hormidium* in alcune stazioni, nulla toglie di verosimile a tale principio. La esperienza prova che, presso molte alghe verdi, alcune forme di sviluppo sieno capaci di conservarsi e perpetuarsi a lungo in via agamica per scissiparità, finchè non intervenga o un atto copulativo od altre condizioni non determinino un ritorno alle primitive condizioni. Ora, ciò che ordinariamente s'intende per vera riproduzione presso le *Prasiola,* gli *Schizogonium*, gli *Hormidium*, e i *Pleurococcus* non è che un semplice processo di scissiparità, onde le famiglie si scompongono in parti simili, pur si voglia costituite da una, da 2-4 o poche cellule che fungono l' ufficio di propagoli. Si sa nulla se queste piante sieno suscettive di svolgersi in altra guisa, se esistono dei germi differenziati dagli elementi vegetativi. Per questo riguardo, le alghe di cui discorriamo, vuolsi, sieno un raro esempio di forme dove non si conoscono zoospore e dove, ritiensi, che la moltiplicazione vegetativa per bipartizione sostituisca e s' imponga a qualsiasi altra forma di riproduzione.

Venendo al caso del *Pleurococcus vulgaris*, gli Autori sono d'accordo nello ammettere che le cellule abbiano perduto la facoltà di generare zoospore: la formazione di nuovi elementi ha luogo per

reiterato processo di bipartizione; ogni elemento è capace di incistarsi (23).

Per dimostrare quanto sieno fallaci tali indicazioni bisogna lungamente seguire lo sviluppo di quell'Alga, tanto mediante particolari colture, quanto sulla sua naturale stazione. Tali esperienze e osservazioni provano infatto che tuttora ignota ci resta una importante pagina della storia dello sviluppo di essa e un indizio di ciò si ha *a priori* nel fatto che molti lichenologi hanno ottenuto delle zoospore dalla coltura prolungata di gonidi pleurococcacei di vari Licheni. Ma di questo sarà meglio detto poi. Per ora m'interessa richiamare l'attenzione del lettore sui risultati di ulteriori mie ricerche sullo sviluppo del *Pleurococcus vulgaris*.

Torniamo a considerare le colonie di *Pleurococcus* in via di sviluppo per continuato processo di bipartizione degli elementi.

Ciò che in tale fase distingue le associazioni è una grande instabilità: non appena una cellula si è scissa e si è iniziata la costituzione di una famiglia, gli elementi figliali tendono a separarsi individualmente o a gruppi; oppure, accennata la disassociazione, nuove bipartizioni intervengono; però prima che la famiglia raggiunga una complicazione maggiore, gli elementi si separano singolarmente o in gruppi tetradici o di un numero superiore di cellule. La disassociazione avviene per arrotondamento crescente degli elementi posti in contatto, e destinati a separarsi. Lo strato di comune gelatina, che s'interpone fra di loro, si scioglie e la separazione diviene allora completa. Detto strato esercita un'importante ufficio nel determinare l'adesione temporanea degli elementi; è bene rivolgere la nostra attenzione ai particolari di tale formazione seguendone la genesi fin dai primordî.

---

(23) Questi caratteri distinguono la famiglia delle Pleurococcacee, secondo Klebs (l. c. 232 e seg.) e Dangeard (*Recherches sur les algues inférieures*, negli *Ann. des Sc. Nat., Botanique*, Sér. VII, Tom. VII, pag. 165). La entità di alcuni generi ascritti da questi egregi botanici a tale famiglia è così dubbia che si è indotti ad ammettere come i caratteri indicati non si confaccino che al solo *Pleurococcus vulgaris*. Il sig. Dangeard v'include altresì alle pretese Pleurococcacee il *Nephrocytium Agardhianum* Ktz; ma basta gettare uno sguardo alle figure 49-50 della Tav. XII, per concludere quanto poco assegnamento si possa fare su quelle indicazioni; nè meno confortanto è il cenno illustrativo che ce ne dà l'autore.

Tav. XVIII. XIX e XX. Fig. 5.

Le prime fasi di divisione di una cellula sono indicate dalla spartizione del cromatoforo che vi è contenuto: è difficile risalire a' particolari iniziali, stante la esiguità degli elementi. Fra i due cromatofori figliali scorgesi interposta una sottilissima lamella cellulosica del tutto omogenea. In corso di tempo questa guadagna in ispessore. Allora il cloruro di zinco jodato palesa una colorazione intensa ai due margini, alquanto più sbiadita nel centro. Crescendo il grado d' ispessimento della lamella la regione mediana resta poco influenzata dall' azione del reattivo; però vi si nota ora, in mezzo ad essa, una sottilissima linea che tende sempre più a rendere netti i contorni delle due porzioni di membrana spettante alle singole cellule filiali. Questa linea, vista in cellule isolate, rappresenta uno strato cuticulare della membrana, molto esile ma distinto. Da ciò facilmente si arguisce che la lamella, che si interpone fra le cellule di una colonia, è in massima parte dovuta a differenziazione dello strato mediano della membrana cellulare, differenziazione che assume i caratteri di una incipiente gelificazione. Questo strato rimane immutato durante la disassociazione e la immediata cuticularizzazione della superficie determina la separazione degli elementi.

Fig. 5.

Lo spessore dello strato di cui si parla è diverso secondo l'ambiente in cui è vissuta l' alga. In colture fatte nell'acqua d' ordinario le cellule possiedono maggiormente sviluppata tale regione e sono assai evidenti i suoi caratteri di gelatina. Ma l'età sopratutto influisce a scemare la quantità di detta materia, e con ciò anche diminuisce lo spessore dell' intiera parete. Quando ciò avviene, l' associazione degli elementi presenta minore stabilità e più squisita scorgesi in essi la tendenza a pigliare una forma sferoide, restando immediatamente liberi; così ne derivano dei cumoli irregolari di aspetto polveroso.

Tali modificazioni non sono accidentali; esse preannunziano il passaggio ad una fase importantissima di sviluppo, di cui i caratteri formano il distintivo delle specie note coi nomi di *Protococcus viridis* Ag. e *Cystococcus humicola* Näg. (di alcuni Erbari) e simili.

Fig. 6-9.

La bibliografia algologica è ricca di dati e di osservazioni comprovanti come negli autori si sia in varie epoche affacciato il sospetto che le forme di *Protococcus* fossero intimamente legate da rapporti genetici ai *Pleurococcus*. È notevole questo passo che leggiamo nel-

l'opera di Rabenhorst (24) a proposito delle relazioni del *Protococcus viridis*, Ag. al *Pleurococcus vulgaris* Menegh.: « fieri potest, ut Pleurococci vulgaris status pro rationi loci natalis siccioris sit ». Tav XVIII. XIX o XX

Non ricorderò le ricerche del Baranetsky (25), nè le osservazioni dell'Hansgirg (26). Tutto ciò che dagli autori è stato scritto su tale argomento non può avere però che un valore congetturale, poichè certamente sotto il nome di *Protococcus viridis* Ag. si sono comprese delle forme aventi una importanza sistematica assai disparata: bastava che un'Alga monocellulare presentasse delle cellule sferiche, verdi, libere o raccolte in cumoli senza lo intermediario di produzioni gelatinose e che il contenuto di essi elementi, per via di reiterate divisioni, desse luogo a zoospore, perchè quell'Alga ricevesse il nome di *Protococcus viridis*. Il colorito del contenuto, lo spessore della membrana, il diametro delle cellule ed altre peculiarità d'ordine secondario, sono state poi prese come base per la costituzione di varie specie distinte. Sicchè presentemente il genere *Protococcus* rappresenta una informe accozzaglia di forme quanto più eterogenee si possa immaginare e non parmi esagerato lo asserire che non vi sia gruppo di alghe verdi che non abbia dato il suo contingente di forme al genere *Protococcus*. Ma questo non interessa al caso nostro: occorre piuttosto soffermarsi al *Pr. viridis* e precisarne anzitutto i caratteri morfologici.

Come tipo dell'alga descritta dall'Agardh (27) col nome di *Protococcus viridis* dobbiamo assumere una formazione monocellulare assai diffusa nelle stesse località comuni al *Pleurococcus vulgaris*. Le sue cellule sono per lo più libere, ma talora formano delle famiglie raccolte dentro un sottile inviluppo gelatinoso che a mo' di lembo si stacca dalla membrana. Questa è mediocremente stretta e sotto l'azione del cloruro di zinco jodato si colora tutta in violetto. Il contenuto presenta la stessa struttura fondamentale delle cellule di *Pleurococcus vulgaris*; èvvi, cioè, un grosso cromatoforo stellato, centrale, provvisto nel suo mezzo di pirenoide. Notisi però che non sempre i contorni di detto organo risaltano distinti a causa delle copiose granu- Fig. 6-9

(24) *Op. cit.*, III, pag. 56.

(25) In *Bull. de la Soc. des Sc. de St. Petersbourg*, 1872.

(26) A. Hansgirg, *Algol. und phys. Studien*, Prag, 1886.

(27) *Syst. Alg.*, p. 13.

Tav. XVIII. XIX e XX Fig. 6-9.

lazioni di materia oleacea che riempiono la cavità cellulare. Cotesto abbondante deposito della materia nutritizia è naturalmente legato al fatto che gli elementi rappresentano ormai degli organi di riproduzione. Le gocciolette di materia grassa dànno un aspetto granuloso al contenuto, una maggiore opacità, tanto che non soltanto rimane mascherata la forma del cromatoforo, ma sovente non scorgesi nemmeno il pirenoide. Epperò non può meravigliare se parecchi autori hanno attribuito alle cellule di *Pr. viridis* una struttura ben differente e particolarmente della materia clorofillacea diffusa nella cavità cellulare oppure segregata in granuli parietali (28).

Tali sono i caratteri vegetativi proprî al *Protococcus viridis* Ag. come facilmente possiamo assicurarcene dallo esame di molti saggi autentici di varî autori contenuti negli erbarî. E da notarsi però che la identificazione del *Pr. viridis* col *Cystococcus humicola* Näg. (29) non può essere in alcuna guisa giustificabile poichè stando al concetto fondamentale che guidava il Nägeli nella costituzione del genere *Cystococcus*, le cellule di quest'alga possiedono una struttura ben differente da quelle del *Pr. viridis;* vi si scorge, cioè, all'interno di esse un' ampia placca clorofillacea parietale, come esattamente apparisce dalle figure dello stesso autore (30). Però è molto possibile il caso

---

(28) Lo Strasburger *(Das bot. Pract.*, Jena, 1884, p. 350, fig. 121) descrivendo la struttura degli elementi di *Protococcus viridis* attribuisce al contenuto cellulare parecchi distinti cromatofori parietali generatori di granuli amilacei. Ciò evidentemente non concorda colle mie osservazioni. La fondamentale struttura delle cellule di quest'Alga è, come si è detto, precisamente quella medesima che abbiamo rilevato a proposito degli elementi di *Pleurococcus*: la forma stellata, ripeto, e la posizione centrale del cromatoforo non risaltano però a prima vista distinte a causa delle numerose granulazioni oleose e amilacee del contenuto. Quest' ultime prendono la loro origine dal pirenoide. Per tal ragione anche di quest' organo sembra non vi sia alcuna traccia. Tuttavia se ne possono rilevare i contorni coll' impiego del joduro di potassio. Lo Strasburger consiglia l' uso di questo reagente per far risaltare i contorni del nucleo: le mie ricerche però non confermano la utilità di tale procedimento, il quale soltanto giova, nel caso del *Protococcus*, a rendere visibile il pirenoide fra la copiosa massa di granulazioni del contenuto. È probabile che lo Strasburger abbia avuto in esame un' alga differente da quella di cui si parla, altrimenti non sarebbero spiegabili tali contraddizioni.

(29) De Toni, *Syll. alg.*, I, p. 700.

(30) *Op. cit.*, p. 85. tav. III, C.

che in taluni erbarî col nome di *Cyst. humicola* si trovi indicato il *Pr. viridis*, Ag.

Tav. XVIII. XIX e XX. Fig. 1-4.

Le cellule di *Pleurococcus* passano facilmente allo stato di *Protococcus viridis* modificando un po' la loro forma; in una parola esse si arrotondano di buon'ora e isolansi per deficienza di quel tenue strato gelatinoso che, nelle condizioni vegetative ordinarie, serve a stabilire un intimo nesso fra i diversi membri della colonia. Questa particolarità caratterizza la nuova fase, alla quale poi l'organismo accede per gradi insensibili. In principio, cioè, si hanno delle trasformazioni parziali di alcune colonie; poi tutti gli elementi delle famiglie cessano di rigenerare nuovi strati di materia gelatinosa e immediatamente si arrotondano. Allora la gelatina fondamentale lentamente si scioglie e le cellule restano libere. In questo fenomeno si osservano due modalità distinte, le quali si trovano rappresentate nelle figure qui da presso indicate.

Fig. 7-8.

Nel primo caso le cellule filiali vengono messe in libertà prima che abbiano raggiunto il volume normale. Una singolare disposizione si manifesta a quell'epoca, per cui l'insieme degli elementi prende la forma di una teca che si apre da un lato per agevolare la emissione dei germi contenuti nel suo interno. Il contorno gelatinoso, al punto indicato per l'uscita delle cellule si solleva formando una sporgenza conica, un vero collo, che raggiunta una certa lunghezza, si disfà lentamente e così gli elementi, a poco a poco sospinti dallo aumentato volume della gelatina interna, guadagnano il liquido ambiente.

Nel secondo caso, le cellule pervenute non completamente a sviluppo definitivo, restano riunite insieme fin tanto che non si disciolga la gelatina ambiente. Questa lentamente diffluisce tenendole temporariamente raccolte in densi cumoli globoidi.

Nulla osta a considerare i descritti elementi protococciformi di *Pleurococcus vulgaris* come vere cellule riproduttive differenziate o gonidi. La loro forma, il loro stato d'isolamento e più che mai la struttura della parete di esse, basta subito a farle riconoscere come differenti da quelle vegetative. Esse però pare non abbiano acquisito questa proprietà che a gradi, poichè normalmente conservano per alcun tempo la facoltà di moltiplicarsi vegetativamente dando origine a parecchie generazioni di nuovi gonidî.

Tav XVIII, XIX e XX. Fig. 10-16.

Indice caratteristico dell'ufficio di questi è la riproduzione per mezzo di zoospore. Il fenomeno è stato ripetutamente descritto dagli autori. Io non m' intratterrò sui minuti particolari.

Le zoospore nascono a 8-16-32 più in ogni cellula per bipartizione succedanea del contenuto. Sono messe in libertà per dissoluzione parziale della parete della propria cellula madre. Durante l' uscita appariscono racchiuse dentro un comune inviluppo gelatinoso trasparente. Sono ovali, od ovali bislunghe; possiedono due ciglia ed un ocello rossigno. Il cromatoforo è della solita forma tipica stellato-laciniata; ma le lacinie appariscono cortissime, disuguali e senza l'impiego di forti ingrandimenti non sarebbe possibile distinguerne la precisa disposizione. Però durante la germinazione delle zoospore la forma di esso rendesi sempre più distinta sotto gli ingrandimenti ordinarî di 300 diametri.

Fig. 15-16

Nelle mie colture prolungate di zoospore ho notato costantemente che i germi, appena pervenuti allo stato di quiete, assumevano un contorno circolare: appariva distinta la membrana cellulare e la forma del cromatoforo ed il pirenoide; cresciuti alquanto di volume, alcuni immediatamente davano origine a nuove zoospore; altri più tardi, dopo aver raggiunto un volume maggiore. Il numero delle zoospore generate era variabile secondo le dimensioni degli elementi generatori.

Altre cellule, derivate dalla germinazione delle zoospore, svolgevansi in colonie tipiche di *Pleurococcus vulgaris*. E così iniziavasi uno svolgimento capace di rinnovare altre generazioni di forme vegetative identiche a quelle che sono state prese come punto di partenza delle nostre indagini.

VII.

Dopo moltissime ed inutili ricerche mi veniva fatto nell' inverno del 1889, di scoprire lo stadio sessuale delle forme di cui ci occupiamo e ciò quasi in via accidentale. A scopo d'insegnamento io avevo raccolto a quell'epoca sulle vecchie muraglie che fiancheggiano il torrente Portalegni, in vicinanza dell'Orto botanico, dei pezzi di calcinaccio ricoperti letteralmente da un denso strato di materia verdiccia dovuta

esclusivamente a colonie di *Pleurococcus* in via di sviluppo vegetativo e allo stato riproduttivo sotto forma di *Protococcus viridis*. Il materiale veniva tosto collocato in una vaschetta onde provocare la emissione di germi mobili. Così accadeva che la mattina del giorno susseguente questi apparivano in grande copia dispersi sulle pareti del recipiente esposte alla luce. Le osservazioni che allora potei fare e quelle ulteriori mi davano la occasione di rilevare importanti fatti che completano la biologia del genere *Prasiola*.

Tav. XVIII, XIX e XX

Oltre a numerose generazioni di germi agamici mobili, cui gli elementi protococcoidei dànno luogo, svolgonsi delle gamete bicigliate. Le cellule madri non sono in nulla differenti da quelle zoosporifere. Le zoogamete stesse nascono per succedanea bipartizione del contenuto e da una sola cellula, secondo la grandezza di questa, vengono fuori 2-4-16, zoogamete. Anche rispetto alla maniera colla quale esse sono messe in libertà si comportano come le stesse zoospore. Esaminate libere nell'acqua vi si notano delle differenze.

Alcune sono dei corpi sferoidi od ovali, assottigliati verso un estremo, in una sorta di rostro jalino, cui si attaccano due esilissimi cigli. Possiedono una sostanza fondamentale avente l'aspetto di omogenea gelatina e da un lato scorgesi un piccolo corpo clorofillaceo interamente coinvolto dal plasma e di cui i contorni restano assai confusi. Nell' insieme tali germi rivestono i caratteri esterni di zoospore ma di un colorito alquanto più sbiadito, cui d'altra parte somigliano per la forma del movimento. Pare però che manchino di un ocello, sebbene lateralmente alla regione rostrale vi si distingua qualche granulo lucido che potrebbe riguardarsi come analoga formazione. In complesso, essi sono di una delicatezza estrema; di una parete sembra non esista alcuna traccia; èvvi bensì un tenuissimo ectoplasma appena apprezzabile durante i fenomeni di disorganizzazione cui soggiacciono e dei quali si dirà poi.

Fig. 19-23.

Altri germi hanno più spiccate rassomiglianze colle zoospore, tanto per la costituzione e la forma, quanto per le dimensioni.

Fig. 24.

La maniera colla quale ambo queste due forme di germi mobili si comportano l' una verso l' altra non lascia alcun dubbio sul loro significato sessuale. Essi possiedono dei caratteri di sessualità così manifesti quali è possibile soltanto rinvenire eccezionalmente in poche

Tav. XVIII, XIX e XX. Fig. 5. altre Clorofìcee inferiori e d' ordinario in altre Alghe di gruppi superiori.

I germi della prima specie sono veri anterozoidi, gli ultimi delle oosfere mobili.

La fecondazione compiesi nella maniera seguente :

Fig. 25-26 Oosfere e anterozoidi liberamente vaganti nell'acqua vengono in contatto mediante le proprie estremità rostrali. L'appulso è istantaneo come se fossero agitati da reciproca forza d' attrazione. Avvenuta la fusione dei rostri, i due germi si dibattono alquanto; ma ben tosto cessa ogni movimento per parte dell'anterozoide e l' oosfera continua vivamente il suo moto di translazione trascinando con se il corpo ormai inerte dell'elemento maschile. Come chiaramente deducesi da osservazioni dirette su casi di copulazione avvenuti fra germi a moto impedito da accidentali ostacoli ambienti, gli anterozoidi perdono i propri organi di locomozione appena stabilito il contatto coll'elemento femmineo. Questi ultimi casi sono favorevolissimi per studiare in tutte le sue particolarità il processo fecondativo. Appena questo iniziasi, vedesi in maniera distinta scemare a grado a grado il volume dell' anterozoide mentre corrispondentemente aumenta quello dell'oosfera. Infine dell'elemento maschile non resta alcuna traccia o tutto al più notasi una minutissima emergenza a mo' di papilla jalina che si stacca dall'apice del rostro dell'oosfera. Il processo si compie in meno di 5 minuti, durante il quale con sorprendente chiarezza si scorge come la sostanza, onde è costituito il corpo dell'anterozoide, penetri e si faccia strada lungo un' esigua apertura praticata attraverso l' estremità rostrale dell'oosfera, e si diffonda e mescoli alla massa del plasma femmineo. All' interno di questo si nota in quell' istante lo spostarsi delle poche granulazioni lucide contenute nel corpo dei due germi. Il fenomeno decorre in maniera che pare essere la sostanza dell'elemento maschile incessantemente e rapidamente assorbita dall' elemento femmineo.

Compiuto il processo, l'oosfera fecondata sèguita il suo movimento provvista com' è di propri cigli a mo' di una vera zoospora. L'ocello resta sempre visibile. Di lì a poco il germe passa allo stato di riposo e riveste i caratteri di uovo.

Fig. 27-28. Nelle sue prime fasi di sviluppo, l'uovo si cinge di una propria e distinta membrana di puro cellulosio. Se lo assorbimento dell' ele-

mento maschile non è avvenuto in maniera completa e persiste ancora a fecondazione compiuta una traccia del suo corpo sul contorno dell' uovo, la parete cinge anche questa regione e provvisoriamente tal fatto determina una certa irregolarità nella forma originaria dell'uovo. Però a sviluppo inoltrato detta forma si avvicina a quella sferoide per progressivo arrotondamento del germe. Intanto la parete s'ispessisce di più a grado a grado, e diviene in ultimo assai consistente, liscia al di fuori, ma costituita di finissime stratificazioni nel suo interno. Tav. XVIII, XIX e XX

Nei primi istanti della maturazione dell' uovo notiamo in esso due distinti corpi clorofillacei a contorno lievemente sinuoso, a brevissima distanza l'uno dall' altro. Si scorge manifestamente all' interno di ciascun di essi un pirenoide. Più tardi non si nota che un solo cromatoforo a pirenoide più distinto. Parrebbe certo che durante la maturazione dell' uovo i singoli cromatofori dei due germi conjugati si fondano in unico; il pirenoide dell'una, mentre ciò avviene, si discioglie e sparisce. Fig. 29.

Sarebbe stato pure utile dimostrare se la conjugazione è seguita da immediata fusione dei due nuclei, se ciò effettuasi più tardi come avviene nei cromatofori e nelle zigospore della *Botrydiopsis arhiza* e di molte Conjugate. Ma stante la difficoltà di poter colorire il contenuto degli uovi non ho potuto risolvere tale quistione.

Mentre gli uovi maturano si osserva in essi copiosa secrezione di una materia oleosa in forma di gocciole distinte, che poi finiscono col riempire tutta la cavità cellulare. Esse gocciole ora restano scolorate, ora assumono un colorito rossastro; il che può dipendere dalle condizioni di luce o d' insolazione cui restano esposti gli uovi nella loro stazione. L'acido osmico conferisce a tali corpi una tinta nericcia. La parete par che tenda a pigliare una tinta più scura quasi bruniccia.

Di amido non esiste anche in questo stadio la benchè minima traccia.

Poco mi resta a dire della germinazione degli uovi maturi. Essi si comportano precisamente come le cistidi ed esigono un certo grado di umidità perchè si svolgano. Durante la germinazione sparisce a poco a poco ogni accenno della materia oleosa e il contenuto assume una viva colorazione verdastra. La membrana tende a divenir sempre più sottile per dissoluzione degli strati esterni; spariscono pure allora Fig. 30-31

Tav. XVIII, XIX e XX.

le tracce delle primitive striature concentriche. Infine il contenuto si differenzia in zoosporangio e i germi vaganti servono così d'inizio a nuove generazioni vegetative identiche a quelle sopradescritte.

VIII.

Fig. 32-34

A completamento delle su esposte ricerche rammenterò che tanto la forma vegetativa pleurococcoide, quanto gli stessi gonidi sono capaci d'incistarsi e passare allo stato di riposo.

Ho studiato lungamente lo sviluppo delle cistidi zoosporifere che rinvenivo copiose sopra le mura umide della fonte di *Colloreto* presso Montecatini. Esse formavano uno strato di apparenza membranosa e avente un colorito rossastro.

Le cistidi differiscono dagli elementi normali in via di sviluppo perchè provviste di una membrana molto spessa e finamente stratificata. In generale possiedono un volume maggiore e si riscontrano ora isolate, ora a coppie od a gruppi tetradici. Il colorito rossastro è dovuto a numerose gocciole di ematocroma. Durante la germinazione queste spariscono lentamente del tutto o in parte. In quest' ultimo caso le zoospore, che ne derivano, offrono traccie di detta sostanza, la quale poi completamente svanisce nel corso della germinazione.

IX.

Le colture prolungate in acqua e conservate allo stato puro, il meglio possibile, vengono a lungo andare invase da copiosa vegetazione di *Raphidium polymorphum*, Fres. Per molto tempo le mie cure sono state rivolte a ricercare la origine di detta forma, e ogni tentativo sarebbe stato vano senza il concorso di un' accidentale circostanza.

Dentro una gocciola di acqua sospesa ad un copri-oggetti, capovolto e adattato agli orli di un anello di vetro fungente da camera umida, io aveva collocato un piccolissimo numero di elementi protococcoidei, i più allo stato incipiente di svolgimento per zoospore. Un

giorno dopo, esaminando la preparazione, mi accadeva di assistere alla completa evacuazione degli zoosporangi e si notava, insieme a parecchi germi liberi e vaganti nell'acqua, alcuni dotati di un modo vertiginoso, irregolari, conformati grossolanamente a V a gambe più o meno divaricate. Dette formazioni risultavano dalla fusione di due zoospore avvenuta per le due regioni apposte al rostro; le due estremità rostrali erano rimaste libere e vi si scorgevano attaccate ad ognuna di essa due cigli. La restante parte includeva due cromatofori incompletamente separati; vedevansi lateralmente ai rostri gli ocelli rossigni. In complesso tali formazioni non lasciavano alcun dubbio che si trattasse di zoospore appaiate in modo anomalo, e la diretta osservazione confermava che tali fusioni non fossero poi che mere anomalie. Esse si manifestano di già all' interno degli zoosporangi prima che avvenga la evacuazione e notasi come talora non tutte le zoospore escano da uno stesso zoosporangio libere e distinte, ma frammiste a queste si scorgono delle coppie costituite da due germi fusi nella maniera suddetta. Il fatto va attribuito probabilmente a precoce evacuazione della cellula madre, a emissione compiutasi prima che la divisione del contenuto abbia raggiunto il suo limite estremo.

Tav. XVIII. XIX e XX. Fig. 17-18.

Tali forme aberranti di zoospore sono suscettive di uno sviluppo particolare e che segue in maniera ben differente da quella propria alle zoospore normali. Le mie colture escludono ogni dubbio su tal fatto. Dette coppie germinano rivestendosi tosto di una sottile parete di cellulosa e assumendo a poco a poco la forma di un fuso o più precisamente tutti i caratteri di una cellula di *Raphidium*. La quale forma poi persiste e si riproduce in modo indefinito nella maniera caratteristica a tali forme di Alghe.

Il passaggio a tale stadio è seguito da lieve modificazione nella forma del cromatoforo; il quale, senza perdere la primitiva posizione centrale, rimane a contorno indiviso e riveste l' aspetto di un massiccio cordone clorofillaceo centrale, un po' assottigliato alle due estremità e disposto nel senso della lunghezza della cellula. Il pirenoide non è a prima giunta visibile e occorre all'uopo l'impiego della soluzione alcoolica dell' acido picrico. Esso è molto piccolo, privo d'indumento amilaceo e giace nascosto nella regione mediana del cromatoforo.

Gli elementi di *Raphidium* si moltiplicano solo in via vegetativa

Tav. XVIII, XIX e XX. Fig. 17-18.

per reiterato processo di bipartizione longitudinale. Negli acquarî questa forma persiste in maniera illimitata; ogni studio è stato da me rivolto alla ricerca di ulteriori fasi di sviluppo e sempre con risultato negativo. Conservo da oltre tre anni in laboratorio delle vaschette delle quali mi son servito nelle precedenti colture e dove il fondo è letteralmente ricoperto da copiosa vegetazione di *Raphidium* quasi allo stato puro e di rigoglioso sviluppo in via vegetativa.

Tutto ciò che si conosce intorno allo sviluppo delle forme di *Raphidium* è ben scarsa cosa. Queste alghe non possiedono altro modo di riproduzione che quella su indicata. Le deduzioni che si potrebbero trarre dalle esposte ricerche indurrebbero perciò ad ammettere che esse sieno degli stati anamorfici di altre alghe già note, cioè, delle vere forme aberranti, dovute a fusioni congenite di zoospore, le quali forme poi sono da per se capaci di perpetuarsi e conservarsi illimitatamente per via di scissiparità.

In appoggio a tali conclusioni debbo fin d'ora ricordare come queste forme aberranti possono egualmente prendere origine da specie di alghe aventi un disparato valore sistematico, tali *Stigeoclonium*, *Ulothrix*, *Chlorocloniuum*, *Ctenocladus*; il risultato è sempre lo stesso, cioè, degli elementi aventi tutti i caratteri di un *Raphidium*.

X.

Colla scorta delle precedenti indagini è agevole procedere alla ricerca delle affinità sistematiche del genere *Prasiola*. Anzitutto interessa il sapere se tali forme di Alghe sieno degli organismi unicellulari o piuttosto multicellulari.

Tale quistione non è stata ancora trattata in maniera particolare, nemmeno dallo stesso Imhäuser, sebbene le ricerche di questo botanico implicitamente conducono ad accettare un' interpretazione ben differente da quella generalmente seguita dagli algografi.

E difatti, dal punto di vista morfologico, anzicchè riferirci alla costituzione delle frondi di un' *Ulva* e di un *Monostroma*, apparisce meglio conveniente soffermarci a considerare delle specie del genere *Tetraspora*. Presso queste alghe il tallo tubuloso o vesciculoso è in

fatto una vistosa colonia di individui monocellulari raccolti in plesso unico per copiosa secrezione di materia gelatinosa interposta fra le cellule. Ciò che presso tali associazioni serve a tenere insieme gli elementi, non sono che gli strati esteriori delle pareti loro, i quali hanno perduto la originaria natura cellulosica e si sono trasformati in abbondante e fluida gelatina.

Lo stesso deve dirsi delle cellule di *Prasiola*. Ivi, come abbiamo rilevato e come meglio risulta dalle indagini del D.r Imhäuser, identica metamorfosi ha luogo allo esterno delle membrane, derivandone così una sorta di lamella intracellulare in forma di consistente gelatina che serve a tenere adesi gli elementi.

Questa considerazione attenua sempre più le pretese affinità delle *Prasiola* colle Ulvacee, alla quale famiglia esse Alghe sono state riferite da Meneghini e Agardh a Rabenhorst e De Toni. Ma, come giustamente è stato osservato dall' Imhäuser, non trattasi che di mere superficiali analogie.

Se differente interpretazione si dovesse dare della costituzione di una fronda di una *Prasiola*, saremmo costretti a considerare le colonie di un *Pleurococcus vulgaris* come altrettanti veri talli multicellulari o di pochi elementi, poichè la maniera di associazione e di adesione delle cellule ne è interamente identica. Sicchè congruo apparisce il ritenere il genere *Prasiola* rappresentato da forme, che, secondo le diverse condizioni di svolgimento, offrono delle associazioni di elementi in piccoli plessi tabulari o cubici *(Pleurococcus)*, oppure in serie quasi regolari lunghissime, semplici *(Hormidium)* o doppie *(Schizogonium)*, od anche in ampie espansioni laminiformi *(Prasiola* vet. auct.).

La maniera di accrescimento di tali plessi è quindi assai differente da quella caratteristica ad ogni corpo multicellulare nello stretto senso della parola. Le Ulvacee sarebbero per questa ragione assai lontane per posizione sistematica dalle forme di cui discorriamo. Non essendo nemmeno possibile dare una diversa interpretazione morfologica delle serie semplici proprie allo stadio ormidioide e ritenerle quali veri filamenti, nè conseguentemente logico il considerare le forme di *Schizogonium* e di *Prasiola* come il risultato della laterale fusione delle dette serie ormidioidi, rimane pure fuor di proposito ogni raffronto

sistematico col genere *Protoderma*, dòve, come meglio sarà detto più oltre, le espansioni talliformi hanno una origine che interamente ci richiama alle frondi delle Coleochetacee, *Phycopellis, Hansgirgia* ecc.

Non oso affermare che il genere *Prasiola* sia il solo e unico rappresentante della famiglia delle Prasiolacee, di cui la istituzione è strettamente necessaria. La *Schizomeris Leibleinii* Ktz., che l'Imhäuser riferisce alle Prasiolacee, è una pianta molto sospetta; è difficile formarsene un concetto colla scorta delle poche e incomplete indicazioni contenute nelle opere algografiche. Sotto questo nome cònosco però un'Alga allo stato secco, conservata nel mio erbario privato e favoritami dal Rev. Fr. Wolle senza indicazione di località. Essa non ha per nulla i caratteri di una *Prasiola*, nè tanto più di uno *Schizogonium*. Costituisce dei lunghi filamenti di struttura confervacea; gli articoli sono semplici, monocellulari alla base, ma poi in alto, a poco a poco, appariscono sdoppiati, quadruplicati, ecc. nel senso longitudinale e trasversale e ne derivano dei plessi multicellulari, cilindracei, compatti, paragonabili a quelli caratteristici alle Ulvacee. Allo stato secco riesce difficile orientarsi sulla struttura dei cromatofori; è probabile che essi sieno parietali. In qualche caso mi è parso che ogni cellula contenesse parecchi pirenoidi e nella sua struttura offrisse vicine rassomiglianze cogli articoli delle *Chætomorpha*. Sicuramente i cromatofori segregano della materia amilacea. In ogni modo, se l'Alga favoritami dal sig. Wolle è la *Schizomeris Leibleinii*, essa non ha nulla che fare colle Prasiolacee e forse le sue affinità sono da ricercarsi fra Ulvacee.

Evidenti affinità presentano le *Prasiola* con talune Palmellacee marine riferite al genere *Palmophyllum*, tanto rispetto alla costituzione delle frondi, quanto per la forma dei cromatofori. Dette specie formano sugli scogli delle vere espansioni fogliacee, a lembo sinuoso tondeggiante, costituite da miriadi di cellule globoidi od ellittiche, immerse dentro una comune ganga gelatinosa. Queste possiedono, a somiglianza degli elementi di *Prasiola*, un cromatoforo centrale quasi sferico, ma lievemente depresso da un lato e provvisto di un piccolissimo pirenoide nel suo mezzo. Allo stato secco non è possibile rilevare altri particolari relativi alla costituzione del contenuto cellulare. In ogni modo la posizione centrale del cromatoforo non lascia dei

dubbi anche negli esemplari disseccati (31), e di ciò fa testimonianza pure lo stesso Schmitz (32), il quale, a proposito del cromatoforo del *Palmophyllum flabellatum* Ktz., *P. crassum* Rabh.), scrive che esso « die Gestalt einer Kugel annimmt, die nur an einer Seite eine kleine flache Auskehlung besitzt ». Ciò non ostante il gen. *Palmophyllum* merita la pena che fosse studiato ancor meglio sul vivo, onde farne vieppiù risaltare le sue affinità colle *Prasiola* e ricercar in quali rapporti esso stia specialmente con talune specie marine di quest' ultimo genere. Allo stato presente delle nostre cognizioni possiamo soltanto in via congetturale affermare che le specie di *Palmophyllum* sostituiscano e rappresentino nei nostri mari meridionali le specie di *Prasiola* proprie dei mari artici, a meno che fra le une e le altre non vi fosse una completa identità fondamentale. Tali indagini potrebbero anche servire a chiarire meglio la posizione sistematica di varie altre forme assai dubbie conosciute col nome di *Palmella oceanica* Crouan, *P. mediterranea* Ktz., *P. adriatica* Ktz., ecc.

Tenuto riguardo alla costituzione del tallo e alla forma stellato-laciniato del cromatoforo, come pure alla posizione centrale di questo e alla presenza di un pirenoide, il *Porphyridium cruentum* Ktz. apparisce non interamente alieno alla famiglia delle Prasiolacee. Tuttavia altre considerazioni, e specialmente la grande rassomiglianza che presentano le cellule di quest'alga cogli elementi dei *Goniotrichum*, delle *Bangia* ecc. indurrebbero ad accettare una differente ubicazione sistematica. Io non ardisco pronunziarmi in maniera sicura sulla convenienza di collocare il gen. *Porphyridium* fra le Prasiolacee; mancano tuttora dati certi relativi allo sviluppo di quest' alga e quello che ci è finora noto riguarda la moltiplicazione vegetativa degli elementi. Le stesse mie ricerche, seguite per molti e in condizioni assai favorevoli, hanno sortito dei risultamenti affatto negativi. Debbo però ricordare che dapertutto in Sicilia ho riscontrato quest'alga sempre nelle stesse località proprie al *Pleurococcus vulgaris* e sovente associata a questa forma. Comunque sia, parmi interamente inverosimile ciò che l'Hansgirg (32) scrive dello sviluppo del *Porphyridium cruentum :* certe

(31) Hohenacker, *exsicc.* n. 455. !
(32) F. Schmitz, *Die Chromatophoren der Algen*, Bonn, 1882, p. 17.
(33) Hansgirg, *algol. und phys. Stud.*, Prag 1886.

deduzioni hanno per lo meno del fantastico quando non sono sussidiate dalla sperienza; esse ci sviano dalla diritta via a scapito del progresso della scienza.

La considerazione dei cromatofori di altre forme di alghe, già riferite alle Protococcoidee, potrebbe offrirci materia di ulteriori confronti colle Prasiolacee; ma le attuali nostre conoscenze sono a questo proposito assai manchevoli, nè il materiale da erbario basta a chiarire ogni dubbio che ci lasciano le diagnosi degli Autori.

Così è che in via di congettura rammenterò come talune specie, descritte sotto il nome di *Tetraspora*, offrono strette rassomiglianze colle *Prasiola:* la organizzazione delle colonie ne è la stessa, salvo lievi differenze relative alla consistenza e quantità della gelatina intracellulare. Occorrerebbe, per decidere in maniera deffinitiva la quistione, chiarire se eguali rassomiglianze esistano nelle intime particolarità di struttura del contenuto cellulare: il materiale da erbario, che ho potuto consultare, non mi ha permesso un giudizio più sicuro. Spero nell'avvenire di poter fare uno studio più approfondito di tale quistione.

Nel definire la famiglia delle Prasiolacee e ricercarne le affinità come criterio di massimo valore sistematico mi sono avvalso di quello dedotto dalla costituzione delle colonie e della struttura del contenuto cellulare e segnatamente del cromatoforo. Certamente dai nostri confronti non avrebbero dovuto essere escluse varie altre considerazioni d'indole biologica, per quanto l'importanza sistematica di siffatto criterio parmi di molto soggettiva. Tuttavia non si può passare sotto silenzio la maniera particolare colla quale compiesi il processo fecondativo delle *Prasiola*. Presso le forme che abbiamo giudicato strettamente affini a questo genere tale fase ci è interamente ignota fino a questo momento. La differenziazione degli elementi sessuati in oosfera e in anterozoide, di cui esiste un primo evidente accenno nelle forme di cui ci occupiamo, ci richiamano alquanto lungi dalle Prasiolacee e particolarmente alla famiglia delle Clamidomonadacee delle *Volvocales*. Quivi talvolta anche nella costituzione dei cromatofori ravvisiamo strette analogie con quanto abbiamo segnalato presso i corpi clorofillacei delle nostre *Prasiola*. La rassomiglianza è però maggiore riferendoci al modo come compiesi l'atto copulativo in alcune specie di *Chlamydomonas*. Se ulteriori studî per altro chiarissero che non tutte le specie

di *Prasiola* e dei generi da noi considerati come affini possiedano delle gamete differenziate, le deduzioni nostre troverebbero sempre valido appoggio nel fatto che la eterogamia non è certo un carattere generale a tutte le forme dello stesso genere *Chlamydomonas*, essendo la maggior parte delle specie isogamiche, vale a dire provviste di germi sessuali omomorfi e suscettivi di copulazione.

La famiglia delle Prasiolacee rimane in ogni modo un gruppo eminentemente naturale da collocarsi fra le *Protococcoidales* di cui i caratteri essenziali sono i seguenti:

« Alghe verdi, terrestri o marine, unicellulari a elementi riuniti strettamente in colonie laminiformi, fogliacee o seriali (confervoidee) di estensione variabile; cellule contenenti un grosso cromatoforo centrale, sovente laciniato-stellato, provvisto di pirenoide. Divisione cellulare prevalente secondo una o due direzioni dello spazio, di rado secondo tutte e tre le direzioni. Riproduzione agamica per gonidi protococcoidei e zoospore bicigliate. Moltiplicazione sessuale per gamete mobili bicigliate quasi disformi; durante la conjugazione le gamete mascoline perdono le ciglia ».

Le Prasiolacee sono delle Alghe estremamente multiformi proprie dei climi boreali e temperati. Esse forniscono i gonidi verdi protococcoidei alla più grande parte dei Licheni Eteromeri, alle quali piante associate raggiungono i climi meridionali.

XI.

CONCLUSIONI.

Le ricerche su esposte porgono occasione di stabilire in maniera positiva i seguenti fatti:

1.° Le forme descritte dagli Autori coi nomi di *Schizogonium* e *Hormidium* rappresentano degli stadi di svolgimento delle specie di *Prasiola*. A conferma di questo fatto occorre richiamarci alle recenti esperienze di coltura del signor D.r Imhäuser, il primo che in via

pratica è riuscito a dare una prova positiva di tali genetiche relazioni, già supposte possibili dai vecchi algologi.

2.° Per via di un estremo grado di semplificazione e riduzione le frondi fogliacee e conferviformi delle specie di *Prasiola* passano allo stato di *Pleurococcus vulgaris* Menegh., isolandosi singolarmente od in gruppi gemini, tetradici, o in plessi cubici, tavolari di 8-16-32 elementi.

3.° Lo stadiò di *Pleurococcus* precedente rappresenta una maniera particolare di riproduzione agamica delle specie di *Prasiola*, una vera frammentazione e dissoluzione in propagoli immobili.

4.° La fase precedente è suscettiva di conservarsi e persistere per tempo indeterminato, secondo le condizioni della stazione, rinnovandosi per reiterato processo di bipartizione vegetativa e per mezzo di varie e indefinite generazioni di zoospore bicigliate.

5.° Le diverse generazioni degli elementi zoosporiferi rivestono in tutto i caratteri delle forme conosciute col nome di *Protococcus viridis* Ag.

6.° Dalla forma protococcoidea possono procedere generazioni di zoogamete bicigliate, differenziate. In contatto all' elemento femmineo e durante la copulazione le zoogamete mascoline perdono i cigli.

7.° Gli elementi caratteristici dello stadio pleurococcaceo e protococcaceo sono capaci di sospendere temporaneamente il proprio e normale sviluppo e dar luogo a cistidi.

8.° Da fusioni congenite di zoospore derivano delle forme aberranti, aventi i caratteri di *Raphidium* che si conservano e persistono per tempo illimitato col favore di particolari condizioni ambienti, rinnovandosi per scissiparità.

Tali conclusioni portate sul campo della sistematica permettono di dare al genere *Prasiola* un assetto ben differente da quello consentito ordinariamente dagli autori. Ed invero mentre da una parte riconosciamo la necessità d' includere nei suoi confini i generi *Hormidium* e *Schizogonium*, seguendo l' esempio dell'Imhäuser, dall' altra conveniente apparisce associarvi molte di quelle forme note agli algologi coi nomi di *Pleurococcus vulgaris* e *Protococcus viridis*. Tali nomi hanno perduto il primitivo loro significato sistematico e in nessuna guisa potrebbe essere giustificata la conservazione di essi

a meno che non vi si attribuisca un valore del tutto convenzionale, puramente biologico.

Una quistione però rimane da risolvere, se, cioè, effettivamente sonvi dei casi o delle forme, escluse quelle che abbiamo riconosciuto legate da genetici rapporti alle *Prasiola*, alle quali condizionatamente potrebbero benissimo convenire le denominazioni generiche di *Pleurococcus* e *Protococcus* restando ancora essi nomi a rappresentare dei gruppi caratteristici delle Cloroficee unicellulari.

A tale argomento si riferiscono anche in parte le ricerche precedenti. Abbiamo rilevato infatti come, interamente attenendoci alla delimitazione del genere *Pleurococcus*, quale è proposta nella *Sylloge* del De Toni, quel gruppo rimanga, al momento in cui scriviamo, qualcosa di immensamente eterogeneo: quasi tutte le forme descritte come specie distinte non sono che stadi monocellulari di sviluppo di altre forme già conosciute sotto denominazioni diverse. Esse presentano una organizzazione cellulare differente e assai diversa da quella caratteristica alla specie fondamentale, tipica, del genere, cioè il *Pleurococcus vulgaris* Menegh., la quale poi, secondo le esposte indagini, è un semplice stato evolutivo delle specie di *Prasiola*.

É chiaro quindi che il genere *Pleurococcus* non ha più ragione di essere conservato nei libri descrittivi nel suo primitivo significato e va certamente abolito.

Le medesime considerazioni sono applicabili al genere *Protococcus*. Io non ho bisogno a questo proposito di riferirmi alla opinione di molti algologi, nè specialmente di ricordare i nomi di Cienkowski, Dodel-Port, Reinard, Wille, Lagerheim e tanti altri botanici che colle loro ricerche hanno efficacemente contribuito ad approfondire sempre più il concetto che le forme di *Protococcus* non fossero poi in fatto che semplici stadî moltiplicativi di altre Alghe spesso di disparato valore sistematico. Ho detto altrove che a far di una data Alga un *Protococcus*, è stata agevol cosa: bastava che quell' alga presentasse delle cellule sferiche segregate o in cumuli amorfi e che momentaneamente detti elementi dessero origine a zoospore, perchè si avesse la sicurezza di riscontrare in essa un rappresentante del genere *Protococcus*, e date poi certe condizioni di colorito, di dimensioni, di spessore della membrana, etc. l'alga diveniva tosto un *Protococcus viridis*, un *P. caldariorum*, un

P. Wimmeri, un *P. glomeratus*, etc. Così è surto il genere *Protococcus*, se ne sono accresciuti i suoi limiti, è aumentato di mole ed oggi esso rimane a rappresentare una informe accozzaglia di specie le più disparate. Lo stesso *Protococcus viridis* non ci offre meno edificante spettacolo. Questa pianta divenuta classica nelle scuole per la sua pretesa semplicità organica, ci è stata diversamente rappresentata nelle sue minime particolarità di struttura; ora, secondo alcuni, le sue cellule contengono molti corpi clorofillacei parietali, altre volte, si è detto, che la materia verde compenetri e si diffonda omogeneamente dentro la massa del plasma; altri vi hanno attribuito un unico cloroforo aperto da un lato. Riguardo alla natura del contenuto cellulare le indicazioni degli autori non sono meno discordi e talora c'inducono a credere all'esistenza di copiose granulazioni amilacee; alle volte, vuolsi, non esista che pura materia oleosa segregata in gocciole. Maggiore è la confusione negli erbarii, dove spesso sotto lo stesso nome scorgiamo riuniti esemplari di alghe le più diverse e che di comune hanno soltanto lo essere gli elementi sferoidi e verdi.

Le mie indagini provano come la forma assunta dal vecchio Agardh a tipo del genere *Protococcus* offra in tutti i minuti particolari della sua organizzazione perfetta identità con quanto contraddistingue la struttura degli elementi di *Prasiola;* a tali alghe essa è legata da progressive fasi di svolgimento, le quali sono state di già ritenute dagli autori come altrettante forme distinte e autonome e descritte coi nomi di *Pleurococcus vulgaris, Hormidium, Schizogonium.*

Tale forma è il *Protococcus viridis.* Così pure molte altre pretese specie dello stesso genere *Protococcus* rappresentano indubbiamente degli stati metagenetici unicellulari di Alghe superiori già note. Dette forme, anche qualora non fossero legate da genetiche relazioni ad altre Cloroficee, sono in tutti i casi estranee al genere *Protococcus*, essendo le cellule di esse organizzate in maniera differente dagli elementi proprii e caratteristici alla specie fondamentale e tipica del genere, cioè il *P. viridis* Ag.

Per tali considerazioni io ritengo che anche il genere *Protococcus* debba cessare di rappresentare un gruppo sistematicamente distinto e autonomo delle Cloroficee; esso non può avere che solamente un valore biologico quando si voglia con quel nome distinguere degli stadî monocellulari di riproduzione per germi mobili di altre Alghe verdi.

Null'altro aggiungerò a giustificare la estesa sinonimia del genere *Prasiola* da me adottata. Aboliti i generi *Schizogonium, Hormidium, Pleurococcus* e *Protococcus* cadono da se tutte le altre denominazioni sinonime relative a tali gruppi. Di più, riferisco alle stesse *Prasiola* il genere *Tripothallus* di Hooker; l'unica specie descritta e figurata da questo botanico (34) è, a parer mio, una forma di svolgimento della *Prasiola furfuracea* Ktz., dove le frondi appariscono soggette a più o meno completa gelificazione, tanto che le cellule si trovano immerse in un'abbondante ganga gelatinosa; essendo rimaste qua e là intatte le lacune intracellulari, tutto il tallo ha preso una struttura che lo farebbe identificare a quello di un *Palmodictyon;* ond'è che nell'opera del Kützing (35) il *Tripothallus anastomosans* figura appunto sotto il nome di *Palmodictyon Hookerii* (36). Per le altre specie di *Palmodictyon* non si può dir lo stesso. Il *P. viride* Ktz. è certamente lo stato di sviluppo di un' *Hormiscia,* forse dell' *Hormiscia zonata* Ktz.; mentre del *P. rufescens* Ktz. nulla si sa di certo e resterebbe il dubbio se si tratti di una Cloroficea o piuttosto essa sia qualcosa di diverso.

---

(34) *Crypt. antarct.*, II, p. 500, t. 194, f. 1.

(35) *Spec.*, p. 234.

(36) Veggasi anche quanto è stato scritto a proposito del genere *Tripothallus* pure dal sig. Hansgirg (*Edwigia*, 1889).

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE.

TAVOLA XVIII

Fig. *1.* — Colonia allo stato di *Pleurococcus vulgaris*, Menegh. $\left(\frac{360}{1}\right)$.

» *2.* — Elementi di *Pleurococcus vulgaris*, Menegh. a sviluppo incipiente seriale (*Hormidium*) (id.).

» *3.* — Ulteriori stadî della precedente figura mostranti dei passaggi alle forme di *Hormidium* e di *Schizogonium* (id.).

» *4.* — Stadî successivi delle forme precedenti alle condizioni di *Prasiola* (id.).

TAVOLA XIX

Fig. *5.* — Alcuni elementi molto ingranditi; *a*, parete cellulare; *b*, strati medî della membrana gelatinificati; *c*, strato esteriore della stessa $\left(\frac{750}{1}\right)$.

» *6.* — Colonie di *Pleurococcus* in via di sviluppo per gonidi protococciformi; la figura mostra il passaggio allo stato di *Protococcus vulgaris*, Ag. $\left(\frac{400}{1}\right)$.

» *7-9.* — Fasi successive di svolgimento vegetativo dei gonidi (id.).

» *10.* — Fasi iniziali della genesi delle zoospore (id.).

» *11.* — Zoosporangi maturi (id.).

» *12-13.* — Casi di zoosporangi durante la emissione delle zoospore e zoospore libere (id.).

» *14.* — Zoospore molto ingrandite $\left(\frac{1200}{1}\right)$.

» *15.* — Le stesse durante le prime fasi della germinazione (id.).

» *16.* — Giovani gonidi derivati dalla germinazione delle zoospore $\left(\frac{400}{1}\right)$.

» *17.* — Casi di fusioni congenite anomale di zoospore (id.).

Fig. 18. — Incipiente formazione di elementi in forma di *Raphidium* derivanti dallo sviluppo di zoospore della figura precedente (id.).

TAVOLA XX

Fig. 19-20. — Zoogametangi mascolini $\left(\frac{400}{1}\right)$.

» *21-22.* — Zoogamete mascoline libere (id.).

» *23.* — Stadî di disorganizzazione delle zoogamete precedenti non conjugate (id.).

» *24.* — Zoogamete femminee e libere (id.).

» *25.* — Stadî graduali di conjugazione (id.).

» *26.* — I medesimi molto ingranditi $\left(\frac{1200}{1}\right)$.

» *27-28.* — Sviluppo delle zigospore $\left(\frac{400}{1}\right)$.

» *29.* — Zigospore mature (id.).

» *30.* — Sviluppo delle zigospore (id.).

» *31.* — Stadî germinativi delle zoospore derivate dallo svolgimento delle zigospore (id.).

» *32.* — Cistidi (id.).

» *33.* — Sviluppo delle cistidi (id.).

» *34.* — Gonidi procedenti dalla germinazione delle zoospore della figura precedente (id.).

PROTODERMA, Ktz.

Protoderma, Ktz., in *Linnæa*, XVII, p. 94, **1843**; Rabh., *Flor. eur. Alg.*, III, p. 307, 1865; De Toni, *Syll.*, I, p. 146-147, 1889.

Microhaloa, Ktz., *Phyc. gen.*, p. 169, **1843** (ex parte).

Limnodictyon, Ktz., *Tab. phyc.*, I, t. 25, **1845**; Rabh., *Fl. eur. Alg.*, III, p. 61, 1865.

Palmoglœa, Ktz., *Phyc. germ.*, p. 153, **1845** (ex parte).

Physodictyon, Ktz., *Sp. Alg.*, p. 482, **1849**; Rabh., *Flor. eur. Alg.*, III, p. 312, 1865; De Toni, *Syll.*, I, p. 149-150, 1889.

Botryococcus, Ktz., *Sp. Alg.*, p. 892, **1849**.

Hydrodictyi sp., Bias., *mss.* (teste De Toni).

Cystococcus, Rabh., *Crypt. Fl. v. Sachs.*, p. 137, **1863** (ex parte).

Pleurococcus, Rabh., *Fl. eur. Alg.*, III, p. 24, **1865** (ex parte).

Chlorococcum, Rabenh. *Fl. eur. Alg.*, III, p. 57, **1865** (ex parte).

. . . ., genus Familiæ Ulvacearum, Reinsch., *Contr. ad Alg.*, p. 76, t. IV, **1875**.

Gongrosiræ sp., Reinsch., *l. c.*, p. 75, tab. V, **1875**.

Chroolepidis sp, Reinsch., *l. c.*, p. 72, tab. VI, fig. 4, **1875**.

Protococcus, Kirchn., *Alg. Schles.* p. 103, **1878** (ex parte); De Toni, *Syll.*, I, p. 699, 1889 (ex parte).

Nephrocytium, Naeg. *Gatt. einz. Alg.* p, 79, tab. III, C, **1849**; De Toni, *Syll.* I, p. 662, 1889.

Il genere *Protoderma* Ktz. riveste un'importanza particolarissima, sopratutto dal lato della sua sistematica posizione. Dell'unica specie ad esso spettante, il *P. viride* Ktz., già il Rabenhorst (1), molti anni addietro, scriveva: « Es ist ein sehr problematisches Pflanzchen ».

(1) L. Rabenhorst, *Crypt. Flor. v. Sachsen*, I, p, 240.

Il problema appunto consiste nella ricerca della maniera colla quale quest' Alga compie il suo ciclo ordinario di sviluppo nelle stazioni proprie ad essa e dei caratteri morfologici che contraddistinguono i suoi elementi costitutivi. Di tutto ciò mancano ancor oggi dati sicuri. Le recenti osservazioni dell' Hansgirg (2) non hanno che molto poco contribuito ad accrescere le prime nostre conoscenze, anzi esse includono delle erronee interpretazioni, come poi meglio si vedrà. Le ricerche delle quali riferirò, alquanto più estese, io credo sieno bastevoli a mettere in rilievo tutta la importanza sistematica del genere *Protoderma*, a definirlo in maniera più completa e a chiarirne le affinità.

I.

v. XX-XXIV.

Il *Protoderma viride* è un' Alga assai diffusa negli stagni, nelle paludi ed in qualunque serbatoio d' acqua dolce, ove cresce normalmente dispersa sui fusti e sulle foglie delle piante aquatiche; investe altresì i sassi, il terreno e qualunque altro corpo sommerso. Essa sopporta facilmente le variabili condizioni della stazione e può vivere anche sul suolo scoperto purchè non manchi una certa umidità.

Ad oggetto di studio mi son giovato del materiale raccolto nelle vasche dell'orto botanico di Palermo e che particolarmente in grande copia cresceva su tutte le parti sommerse di alcune *Nymphæa* e della *Vallisneria*. Detto materiale mi si è potuto conservare fresco per oltre due anni dentro opportuni recipienti di vetro, di cui l' acqua veniva di tanto in tanto rinnovata. Gli acquari si sono fortunatamente mantenuti abbastanza scevri di estranea vegetazione; se si eccettua una specie di *Oedogonium*, di cui i fili si potevano benissimo allontanare, una forma di *Chroococcus* a cellule minutissime, qualche Diatomacea e una specie di *Cosmarium*, nessun' altra forma di alga vi si osservava dentro le vaschette. Queste medesime forme, per natura propria, non potevano in nulla dar luogo a confusioni nella ricerca delle fasi di svolgimento del *Protoderma viride*. Dopo circa un anno, al ritorno della villeggiatura autunnale, ho notato nei miei acquari copioso sviluppo di *Raphidium polymorphum* e di *Scenedesmus quadricau-*

---

(2) A. Hansgirg, *Phys. u. algol. Stud.*, Prag, 1887, pag. 133-135.

da; ma tosto mi potei assicurare che la introduzione di queste Alghe fosse dovuta a svolgimento particolare dello stesso *Protoderma,* come poi meglio si vedrà. Fu all' uopo necessario ricorrere a nuovi espedienti di coltura, rispondenti a metodi più rigorosi onde i risultamenti non lasciassero dei dubbi; di che sarà detto altrove.

Tav. XXI-XXI

Come punto di partenza delle nostre considerazioni bisogna riferirsi a quello stadio di sviluppo definitivo, normale, contraddistinto dalla costituzione di filamenti ramificati di tipo ulotrichiaceo. Questa forma è molto imperfettamente nota agli autori. Le descrizioni riportate anche dallo stesso Hansgirg (3) riflettono ad uno stadio immediatamente successivo, quello, cioè, in cui comincia la dissoluzione degli articoli in elementi protococcoidei. Una figura alquanto precisa di tale forma rinviensi nella Tav. IV del noto lavoro del sig. P. Reinsch (4); l'alga rappresentata porta la semplice indicazione di *Ulvacearum gen. nov.* La identità è perfetta e non trattasi di una mera analogia, come è stato sospettato da Hansgirg. Non saprei con certezza asserire se altri, oltre il Reinsch, abbiano avuto conoscenza della medesima forma. Sarei inclinato a credere che altre forme descritte e figurate dallo stesso Reinsch (5) sotto il nome di *Chroolepus sp.* e di *Gongrosira sp.* sieno altresì da considerarsi come identiche all'Alga di cui discorriamo o tutto al più non sono che degli stadi giovanili di svolgimento della medesima.

Checchè ne sia, nelle condizioni cui alludesi, l'alga costituisce delle espansioni talliformi di una struttura quanto mai caratteristica: si tratta di una serie di filamenti disposti in unica e continua superficie con direzione raggiante da un centro comune. Essi scorrono serpeggianti sul substrato conservandovisi fortemente adesi in tutta la loro estensione e spesso contraendo delle aderenze laterali, specie nelle parti più adulte della fronda, per il seguìto accrescimento in diametro dei corrispondenti articoli. Nell'insieme il tallo, a svolgimento inoltrato, piglia una configurazione ellissoide; le diverse successioni di ramuli si dispongono in serie anticliniche incidenti in direzione normale sul contorno della ellissi. Si distinguono ordinariamente 4 fili principali partentisi in senso

Fig. 1.

(3) *Op. cit.* pag. 134.

(4) P. Reinsch, *Contr. ad Alg. et Fung.* Lipsia 1875, pag. 76, tab. IV.

(5) *Op. cit.*, pag. 72 e 75, tab. V e IV, fig. 4.

XXI-XXIV. Fig. 1.

raggiante da un comune punto centrale, i quali successivamente e ripetutamente si bipartiscono; i diversi ordini di rami si dispongono sempre nella medesima direzione raggiante. Così ne deriva una costituzione che trova quasi identico riscontro nelle frondi delle specie di *Coleochæte.* Altrove vedremo che tale identità è meglio confermata dalla forma e dal modo di accrescimento dei fili.

Tale è in generale la forma tipica originaria delle frondi quando esse nascono libere e isolate sul substrato. Il più delle volte invece, per isvolgimento irregolare dei germi iniziali e per la seguìta confluenza di parecchie frondi svoltesi sopra uno spazio alquanto ristretto, derivano dei plessi talliformi relativamente molto estesi a contorno più o meno irregolare. Altre varianti di struttura procedono da sviluppo anormale delle cellule iniziali, come poi estesamente si dirà altrove.

In tutti i casi i filamenti sono formati da articoli ordinariamente bislunghi o bislungo-cilindrici, di rado ellissoidi; sicchè i fili stessi risultano continui, almeno nelle prime loro origini. Gli articoli terminali dei ramuli appariscono insensibilmente attenuati verso l'apice e quasi conici e il più delle volte molto estesi in lunghezza.

Lo spessore degli articoli varia dai 3 ai 7 μ., mentre la lunghezza può raggiungere un *maximum* di 20 μ.

Per la struttura, le cellule potremmo dirle di tipo ulotrichiaceo. Possiedono una parete distinta, e mediocremente sottile; col tempo essa diventa vieppiù spessa, mentre i suoi strati esterni si trasformano in materia gelatinosa. In tal guisa stabiliscesi una completa adesione tra i diversi articoli collaterali dei differenti ramuli contigui.

L'apparato cromatoforico è rappresentato da un'ampia placca clorofillacea a contorni alquanto irregolari, la quale sta addossata da un lato della parete, occupando una parte soltanto dei singoli articoli. Nella regione mediana di ogni cromatoforo si nota un distinto pirenoide a indumento amilaceo; eccezionalmente vi sono due pirenoidi collocati a breve distanza l'uno dall'altro, di cui uno è d'ordinario più piccolo. Quest'ultimo caso è indizio di ritardata divisione cellulare: il pirenoide più piccolo è di formazione posteriore all'altro.

I cromatofori sono sede di copiosa formazione di materia amilacea: i minutissimi granuli d'amido si presentano fitti e serrati assai di buon'ora e finiscono, aumentando di numero e di volume, col riempire

gran parte della cavità cellulare; allora il contenuto riveste l aspetto di una massa granulosa continua di un verde pallido. Tuttavia in processo di sviluppo e date particolari condizioni ambienti, la materia ternaria può assumere i caratteri di sostanza grassa, la quale si presenta sotto forma di minutissime goccie lucide. Tav. XXI-XX

Null'altro di notevole presentano gli articoli vegetativi. Un nucleo è solamente visibile coll'impiego di reattivi coloranti. Esso è collocato nella regione mediana di ogni cellula; più spesso pare sorretto da una sorta di istmo protoplasmatico interposto trasversalmente nel mezzo della cavità cellulare nella maniera stessa come si osserva nelle *Ulothrix*.

II.

Dalle descritte condizioni vegetative gli individui di *Protoderma viride* passano immediatamente alla fase riproduttiva. Ciò ha luogo in due modi:

1.° Per isolamento dei singoli articoli e seguìta loro trasformazione in elementi protococcoidei;

2.° Per mezzo di zoospore.

La prima maniera di riproduzione è per regola generale direttamente inefficace a indurre il ritorno degli individui alle condizioni primitive e sembra all'uopo indispensabile la produzione di germi sessuati. Tuttavia la genesi di elementi immobili ha un significato biologico ben importante: quello, cioè, di cooperare alla diffusione dell'organismo su vasta scala nelle condizioni molto variabili della stazione. Eccezionalmente od almeno di rado, come risulta dalle mie osservazioni, dalla forma protococcoidea prendono origine nuove generazioni di talli a filamenti raggianti senza il concorso di zoospore e di elementi sessuali.

In tutti i casi le cellule conservano la primitiva costituzione fondamentale; le peculiari differenze riflettono la forma esteriore.

La dissoluzione degli articoli in elementi protococcoidei comincia dalle regioni più adulte delle frondi, quindi dal centro di ogni espansione tallina. Spesso ciò ha luogo molto precocemente; epperò rimane di buon'ora assai alterata la originaria e regolare disposizione dei Fig. 8.

XXI-XXIV. ig. 8.

ramuli. A tal uopo gli articoli s'ingrandiscono insensibilmente e a poco a poco prendono una forma sferica. La parete tende lentamente a gelificarsi. Allora intervengono delle partizioni secondo una o due direzioni e anche secondo tre piani. Gli elementi filiali assumono ben tosto un contorno circolare, spesso alquanto deformato e divenuto quasi poligonale per le mutue pressioni subìte dalle cellule stesse. Cotesto processo di moltiplicazione si ripete e si estende poi man mano agli articoli successivi e in ultimo il tallo si trasforma in una sorta di cuscinetto alquanto convesso nel mezzo e quivi formato da più strati di cellule dalla cui periferia sporgono le sommità dei ramuli. Gli elementi centrali stanno alquanto fitti e serrati fra di loro e mostrano una costituzione parenchimatosa; la originaria struttura confervoide è soltanto apprezzabile verso l'estremo contorno di ogni cuscinetto.

Le descrizioni che gli autori dànno del *P. viride* si riferiscono precisamente a questo stadio di svolgimento e non è da meravigliarsi se la particolare maniera di associazione che presentano allora gli elementi, abbia fatto ritenere possibile un ravvicinamento dell'Alga alle specie dei generi *Ulva*, *Enteromorpha*, *Prasiola* ecc. Ma evidentemente non trattasi che di semplici rapporti superficiali di valore insignificantissimo dal punto di vista sistematico, come poi meglio si dirà.

La stessa forma di sviluppo è stata descritta dal sig. Hansgirg; però questo egregio Algologo non è stato abbastanza fortunato nella ricerca delle ulteriori fasi di svolgimento dell'alga.

ig. 8.

La dissoluzione del tallo in elementi o conidî protococcoidei procede rapidamente e tutti gli articoli perdono tosto i primitivi caratteri. Come regola generale predomina la bipartizione secondo due successive direzioni e ne nascono dei talli di una struttura parenchimatica e disciformi; però di tanto in tanto intervengono delle divisioni secondo una terza direzione e manifestasi uno sdoppiamento. Questo d'ordinario comincia dalla regione centrale di ogni fronda. A misura che nuove suddivisioni si ripetono, segue una parziale dissoluzione del tallo in frammenti costituiti da uno o parecchi o molti elementi. A posto non rimangono sovente che le porzioni estreme delle frondi anch'esse in via di sviluppo per conidî protococcoidei. Cessa quindi ogni traccia della originaria disposizione e qua e là sul substrato nascono delle irregolari colonie di cellule a mo' di *Pleurococcus* o *Pro-*

tococcus, di grandezza variabile. Spesso esse cellule formano dei gruppi tetradici distinti, o più o meno ravvicinati tra loro; alle volte sono riunite in espansioni tabulari o frondiformi di piccola estensione, oppure scorgonsi libere.

Tav. XXI-XXI

In altri casi èvvi luogo a formazioni di cumoli più o meno irregolari.

Fig. 15.

Ho motivo di credere che tali forme di associazioni sono già da un pezzo note agli autori. Così è che riferendomi alle descrizioni e alle figure date parmi non si possa dubitare sulla identità del preteso *Protococcus botryoides* Kirchn. (*Chlorococcum botryoides* Rabh.) con colonie di tali elementi e particolarmente in quei casi in cui esse cellule formano delle dense ed irregolari agglomerazioni. Allo stato vegetativo, laddove gli elementi di tale forma vedonsi soggetti a rapido processo di bipartizione adunandosi in plessi tabulari o cubici, le associazioni acquistano tutti i caratteri del *Pleurococcus aureo-viridis* Rabh. La colorazione giallastra che gli autori attribuiscono al contenuto cellulare di tale pretesa specie è una particolarità del tutto insignificante e che dipende dalle speciali condizioni di luce alle quali può essersi trovata esposta l'alga sulla sua naturale stazione.

Quando le colonie assumono uno sviluppo considerevole e risultano costituite da elementi fitti, serrati, immersi dentro una trasparente ganga gelatinosa, ne derivano enormi plessi a contorno quasi definito sporgente qua e là in veri lobi. Ho riscontrato frequenti tali formazioni sulle pareti degli acquarî immediatamente nelle regioni ove giungeva il livello dell'acqua, o un poco al di sopra. Del resto coltivando delle colonie sulle pareti esposte a continua e copiosa evaporazione, esse assumono tali caratteri, i quali poi interamente corrispondono a quelli che, secondo gli autori, contraddistinguono il genere *Botryococcus*. Io non oso in maniera assoluta affermare che il *Botryococcus Braunii* sia una forma esclusivamente riferibile agli stati monocellulari di *Protoderma viride*: è molto probabile che anche altre Cloroficee, tali gli *Stigeoclonium* e le *Chætophora* possano dar luogo a formazioni identiche.

Fig. 9.

Una notevole instabilità degli elementi a restare raccolti in colonie più o meno voluminose determina sovente una dispersione di esse cellule in piccoli gruppi che restano galleggianti in seno alla massa

XXI-XXIV· Fig. 9. acquea. Ordinariamente quando ciò avviene, gli elementi veggonsi considerevolmente rimpiccioliti e raggiungenti un diametro di 2-3 μ.; stanno riuniti a 2-4-8 e formanti delle piccole famiglie. Non rimane alcun dubbio che tale forma sia già nota agli autori; essa trovasi descritta col nome di *Microhaloa protogenita* Bias. (*Chlorococcum protogenitum* Rabh.) ed è frequente in acque tranquille, poco aerate, abbondanti di materie organiche. Date queste condizioni essa si sviluppa in così grande copia da conferire all'acqua una tinta verdastra spesso intensa. L'estrema minutezza degli elementi fa si che filtrando l'acqua questa sèguita a conservare il suo colorito, poichè le cellule attraversano facilmente la carta da filtro. Adoperando come mezzo per filtrare un frammento di *pietra di Siracusa* (6), si ottiene la perfetta decolorazione del liquido. Di questo espediente mi sono avvalso per istituire delle colture e determinare in modo sicuro le relazioni della forma di cui discorriamo col *Protoderma viride.*

Lo stesso dicasi del *Chlorococcum infusionum* Menegh. Questa forma si riscontra frequente nelle colture fatte in piena acqua; lo spessore maggiore della gelatina ambiente e la tenuità di essa determina una leggiera variante nella costituzione delle colonie, e le cellule assumono una forma sferica più accentuata. Tuttavia questi caratteri, io credo, possano in taluni casi convenire anche a colonie monocellulari di altre Cloroficee e specialmente degli stessi *Stigeoclonium*, *Chætophora*, ecc.

Fig. 11. Un ravvicinamento molto più evidente permettono le colonie protococciformi di *Protoderma viride* col *Limnodictyon Roemerianum* Ktz. Un confronto è possibile al momento in cui s'è compiuta la trasformazione degli articoli costituenti i fili tallini in elementi sferici protococcoidei. Questi divengono poliedrici per le mutue pressioni subite e dànno luogo a plessi pulviniformi aventi una struttura apparentemente parenchimatosa. La identità di siffatte colonie colle associazioni descritte come caratteristiche del *Limnodictyon Rœmerianum* non lascia alcun dubbio.

---

(6) Sorta di tufo calcareo bianchissimo, leggiero, compatto, adoperato in Sicilia frequentemente come pietra d'ornamento nelle costruzioni. Di questa roccia mi sono avvalso spesso nelle mie colture presentando essa molti vantaggi per la coltivazione di alghe terrestri, come sarà detto poi.

In qualche caso nascono delle colonie globose di una struttura quanto mai singolare. Sono delle vere sfere cave ripiene d'aria. Esse rinvengonsi da principio alla superficie dell'acqua perfettamente libere e galleggianti; più tardi cadono al fondo e si separano in frammenti.

Tav. XXI-XX Fig. 12-14

Ho lungamente rivolta la mia attenzione a tali formazioni che presentano un interesse significantissimo quanto alla costituzione loro, al modo di origine e dal punto di vista biologico.

Siffatte colonie hanno origine da cellule isolate. Queste assumono una forma perfettamente sferica e si bipartiscono successivamente in 2, 4, 8 elementi filiali, che, a sviluppo compiuto, ripetono la stessa forma sferica, conservando tutte lo stesso volume. La parete della cellula madre persiste all'intorno sotto forma di un inviluppo diafano e alquanto resistente. Delle 8 cellule, 4 soltanto tornano a bipartirsi e ne deriva un gruppo di 12 elementi esattamente globosi ed in tutto identici tra di loro.

Fig. 12

Essi tendono a porsi in contatto coll'inviluppo esterno mentre stanno vicendevolmente adesi tra loro. Per potere avverarsi questa condizione è necessario che si dispongano a tre a tre ed alternativamente in quattro piani successivi. Soltanto i tre elementi dei due poli opposti restano in perfetto contatto tra loro, mentre gli altri intermedi, per poter lambire il contorno dell'inviluppo, s'allontanano alquanto e così ne deriva uno spazio regolare nel mezzo della colonia limitato dalle dette 12 cellule.

Oltre alle dette colonie ve ne sono di quelle che contano 4, 6, 8 persino 20 elementi tutti disposti sopra una superficie matematicamente sferica. Ciò è facile a dimostrarsi, e io sono pervenuto a persuadermi di tal fatto considerando le diverse cifre successive di quella serie e specialmente i numeri 6, 12, 20 che certo non rappresentano il risultamento di un regolare ed eguale processo di continuata bipartizione della cellula iniziale. In questo caso la serie avrebbe dovuto essere espressa coi numeri 2, 4, 8, 16, 32.... come avviene nella ordinaria costituzione delle colonie globoidi di altre forme unicellulari, p. e. *Glœocystis, Palmella* ecc.

L'attenta considerazione di questo caso porta alla conclusione che durante l'ampliamento della colonia la bipartizione degli elementi non

XXI-XXIV
g. 12-14.

segue simultaneamente e regolarmente: alcune cellule persistono indivise e così nascono dei gruppi di 6, di 12 e di 20 cellule.

Durante la divisione la membrana della cellula non subisce alcuna sostanziale alterazione; solamente essa s'ingrandisce costituendo un continuo inviluppo trasparente sul cui contorno interno si scorgono adattati gli elementi filiali toccantisi a vicenda tra loro senza che rimanga veruna interruzione sulla superficie. Di più, esse cellule filiali si presentano perfettamente identiche in grandezza e di forma sferica.

Date da una parte tali condizioni, e considerando dall'altra che il numero degli elementi di ogni colonia è costantemente determinato, importando esso 4, 6, 8, 12, 20, agevolmente si riconosce che i centri delle singole cellule filiali corrispondano ai vertici di un poliedro regolare, e più particolarmente ai vertici di un tetraedro regolare, di un cubo, di un ottaedro regolare, di un dodecaedro regolare e di un icosaedro, essendo queste sole le figure inscrivibili in una sfera. Si avrebbero cioè:

1. Nel caso del tetraedro regolare . . 4 cellule (4 vertici).
2. Nel caso dell'ottaedro regolare . . . 6 cellule (6 vertici).
3. Nel caso del cubo . . . . 8 cellule (8 vertici).
4. Nel caso dell'icosaedro regolare . . 12 cellule (12 vertici).
5. Nel caso del dodecaedro regolare . 20 cellule (20 vertici).

Verificandosi siffatte condizioni, le cellule, nel disporsi in contatto colla superficie interna del comune inviluppo gelatinoso, debbono allontanarsi sempre più dal centro della colonia derivandone ivi un meato più o meno ampio secondo il numero crescente degli elementi associati.

È naturale quindi che durante le successive bipartizioni le cellule filiali dovranno subire tali riduzioni in volume od accrescersi a tal misura da stabilirsi alla fine tra il proprio raggio (o volume) e quello dell'inviluppo circoscrivente esterno dei rapporti matematicamente determinati e costanti senza i quali non sarebbe possibile raggiungere le descritte condizioni di regolarità. Vale la pena esprimere in cifre coteste relazioni che si verificano nelle successive generazioni di elementi che compongono le colonie. Indicando con r il raggio

delle cellule filiali e ricercandone il valore rispetto al raggio $= 1$ dello inviluppo circoscrivente, avremo le seguenti cifre;

Tav. XXI-XX
Fig. 12-14

1) Pel caso di colonie di 4 elementi: $r = \frac{2}{2+\sqrt{6}} = 0,4494900$

2) Pel caso di colonie di 6 elementi: $r = \frac{1}{1+\sqrt{2}} = 0,4142136$

3) Pel caso di colonie di 8 elementi: $r = \frac{1}{1+\sqrt{3}} = 0,3660272$

4) Pel caso di colonie di 12 elementi: $r = \frac{1}{1+\sqrt{\frac{5+\sqrt{5}}{2}}} = 0,3445765$

5) Pel caso di colonie di 20 elementi: $r = \frac{2}{2+\sqrt{3}(1+\sqrt{5})} = 0,2629840$

Una disposizione così regolare non potrebbe effettuarsi con un numero differente di elementi filiali o se mai ciò avvenisse, l'insieme non assumerebbe i caratteri geometrici di una sfera. Ho potuto assicurarmi sperimentalmente che con un numero differente di sfere esattamente eguali e regolarissime non sarebbe mai possibile costituire un plesso di elementi allineati sopra una superficie pur essa esattamente sferica e limitanti al centro uno spazio vuoto; ne deriverebbe piuttosto un insieme di figura che si accosterebbe a quella di un ellissoide.

Il caso di cui ci occupiamo, porge argomento a singolari applicazioni e deduzioni generali del dominio di quelle leggi che regolano l'architettura della organizzazione.

Stabilita la fondamentale struttura di una colonia secondo le precedenti norme, segue un lento e progressivo aumento in volume. A tal uopo gli elementi subiscono delle reiterate e quasi simultanee bipartizioni secondo le due direzioni della superficie ; lo spazio interno si allarga allora sempre più, mentre estendesi maggiormente il contorno, senza che si manifesti alcun' apparente alterazione nella forma primitiva. In tal guisa le colonie possono raggiungere un diametro perfino di $^1/_4$ o $^1/_5$ di millimetro. Trasportate dall'acqua, esse si disperdono fra gli steli delle piante aquatiche e le accidentalità della stazione, ove ben tosto, per seguìte nuove bipartizioni, lentamente si disfanno e si trasformano in amorfi cumoli di elementi protococcoidei.

XXI-XXIV. Fig. 12-14

Fermando un momento la nostra attenzione su tali colonie è facile riconoscere in esse i caratteri che, secondo gli autori contraddistinguono il genere *Physodictyon*. Di quest'alga, che dicesi raccolta (7) sui sassi e sarmenti sommersi in Istria e nella Penisola, da Biasoletto, da Meneghini e da Rabenhorst, è molto dubbia la posizione sistematica attribuitale dagli autori. Secondo le descrizioni e le figure del Kützing (8) il tallo avrebbe una forma vesicolare e sarebbe formato da cellule poligone riunite densamente in modo da formare un corpo cavo continuo; le cellule dovrebbero contenere un cromatoforo ampio parietale. Per quanto a decider meglio la quistione sarebbe utile un esame degli esemplari autentici di quest'alga, io credo però che le indicazioni diagnostiche sieno abbastanza chiare per poter supporre che il *Physodictyon graniforme* non sia altra cosa che una forma di svolgimento del tipo suddescritto del *Protoderma viride*.

Forse le stesse considerazioni sarebbero da estendersi ad un'altra alga che trovo descritta nella *Sylloge* del De Toni (1, p. 675) sotto il nome di *Botryococcus giganteus* Reinsch; non potrei però insistere su tale ravvicinamento per mancanza di dati sicuri intorno alla organizzazione di quell'alga.

g. 10, 20-22

Nei casi passati in rassegna la dissoluzione delle frondi di *Protoderma* in articoli monocellulari non è seguìta da copiosa gelificazione delle membrane; sicchè le associazioni che ne prendono origine, non presentano una grande coerenza e facilmente gli elementi si separano, rimangono distinti o formano dei cumuli irregolari di estensione indeterminata; oppure tutt'al più ne nascono delle piccole famiglie che si disperdono in seno all'acqua o restano aderenti alle diverse accidentalità della stazione. Oltre a tali forme, che io ho rinvenuto tutte nelle mie colture, occorre ricordarne altre contraddistinte anzi tutto per copioso sviluppo d'inviluppi gelatinosi, per cui le associazioni che ne derivano, assumono i caratteri di vere formazioni del tipo palmellaceo.

Siffatta maniera di disassociazione comincia pure in questo caso dalla regione interna delle frondi e procede man mano verso la pe-

(7) De Toni, *Syll.*, I, p. 150.

(8) Kützing, *Tab. Phyc.* VI, t. 44.

riferia. A processo compiuto sparisce ogni traccia della primitiva costituzione ed orientazione dei filamenti tallini. Tav. XXI-XXI

La bipartizione degli elementi seguendo con molta irregolarità e senza norma determinate ne derivano dei cumoli irregolarissimi aventi tutti i caratteri di *Palmella*. Essi constano di una ganga gelatinosa fondamentale per lo più amorfa e trasparente; alle volte indistintamente differenziata in zone concentriche torno torno ai gruppi di elementi di recente formazione. Verso la periferia la gelatina assume un contorno ben definito a causa della sua maggiore consistenza in quella regione. Le cellule presentano una maniera differente di distribuzione: ora si trovano situate a quasi eguali distanze, ora formano dei gruppi tetradici distinti nel modo caratteristico alle *Tetraspora*. Fig. 21-22.

La divisione degli elementi può seguire in taluni casi secondo due sole direzioni in modo da derivarne delle espansioni talliformi regolarissime. Esse sono però delle formazioni assai fugaci essendo in maggior prevalenza il processo di bipartizione secondo le tre direzioni dello spazio.

La forma fondamentale degli elementi viene profondamente alterata durante il descritto passaggio allo stadio palmellaceo. Essi divengono sferoidi e crescono anche notevolmente di volume; almeno nei primordi. In corso però di sviluppo notasi squisitissima la tendenza nei singoli elementi a divenire sempre più piccoli, passando per gradi insensibili da un *maximum* di diametro di 20 μ. a un *minimum* di 2 μ. Il che dimostra che il processo di scissiparità a poco a poco conduce l'organismo a uno stato di esaurimento, di lenta inanizione della propria potenza incrementale e conservativa rendendosi perciò efficacemente necessario l'intervento di una nuova forma di riproduzione che ne rinvigorisca le affievolite facoltà. Questa considerazione ci dà *a priori* argomento per sospettare del valore sistematico di talune forme a sviluppo assai semplice, tali, p. e., gli *Scenedesmus*, i *Raphidium*, i *Nephocytium*, gli *Stichococcus* e simili di cui la esistenza si compendia in un continuo e indefinito processo di bipartizione cellulare. Fig. 30-31.

É molto difficile nella scorta degli *exsiccata* e tanto più coll'ajuto delle descrizioni e delle figure il precisare quali forme note col nome di *Palmella* sieno riferibili al tipo di cui parliamo. Si sa come

v. XXI-XXIV. il nome di *Palmella* sia stato molto vagamente impiegato per dinotare delle forme unicellulari di Alghe verdi ad elementi raccolti dentro una comune matrice gelatinosa amorfa. Si è dato molto peso a taluni caratteri esteriori di nessuna importanza morfologica per iscomporre quel gruppo in un grande numero di specie, accrescendo la confusione e creando mille imbarazzi all'algologo sistematico. Tutte le indagini algologiche di questi ultimi anni hanno condotto alla conclusione che un grande numero di Alghe verdi, appartenenti anche a gruppi superiori, possiedono un comune stadio palmellaceo. Accettando questo principio, il quale risponde in massima alle mie convinzioni, è bene richiamare la nostra attenzione a talune modificazioni che si riferiscono a siffatta forma di sviluppo nel caso di cui ci occupiamo.

ig. 22, 29, 31. Oltre alla sempre crescente riduzione in volume che gli elementi descritti presentano attraverso le numerose generazioni che si succedono, degne di nota sono le variazioni relative alla forma. Sotto questo riguardo le dette associazioni palmellacee vanno distinte in quelle a cellule esattamente sferiche, e in altre a elementi ellissoidi o bislunghi. Questa ultima forma deriva dalla precedente e se ne possono seguire tutti i graduali passaggi. Si fermi infatti la nostra attenzione ad una cellula qualunque, originaria, di forma sferoide; avvenuta una bipartizione mediana, i suoi segmenti filiali assumono una forma semisferica; l'accrescimento ulteriore, cui essi vanno soggetti, non è uguale ed omogeneo. Detti segmenti rimangono accostati mediante la rispettiva faccia piana; il qual lato rappresenta una regione dotata di meno attività incrementale; maggiormente invece questa accentuasi verso due punti opposti e le due parti, senza gran fatto accrescersi trasversalmente, si estendono in modo da pigliare una forma ellittica lievemente depressa dal lato corrispondente alle faccie originarie di comune contatto dei due elementi.

Tali condizioni sono soggette a lievi varianti, per cui, senza che la forma fondamentale ellissoide degli elementi venga alterata, la depressione laterale può accentuarsi in gradi diversi ed anche sparire affatto; così è che mentre le cellule, alle volte, assumono una configurazione quasi reniforme, altre volte esse divengono perfettamente ellittiche o ellittico-bislunghe, oppure anche bislunghe. Nel caso di elementi reniformi abbiamo delle formazioni note agli autori sotto i

nomi di *Nephrocytium Agardhianum* e *Nephrocytium Nägelii*. Di questa identità non rimane alcun dubbio, come meglio vedremo in altro luogo. Essendo certo che altre forme di Alghe terrestri, oltre al *Protoderma*, possiedano pure uno stadio di *Palmella* e che detta fase divenga altresì il punto di partenza a colonie formate da elementi reniformi, il valore sistematico del genere *Nephrocytium* diventa sempre più insignificante.

Tav. XXI-X[illegible] Fig. 29,31.

Durante i cangiamenti descritti nulla vien mutato nella costituzione fondamentale degli elementi. Avvenuta la dissoluzione delle frondi in articoli monocellulari, il cromatoforo persiste in forma di placca parietale aperta da un solo lato; pigliando le cellule una forma sferoide e isolandosi tosto, la placca clorofillacea si estende maggiormente e tende a cingere la cavità cellulare; i margini di essa si accostano sempre più e poichè non giungono a toccarsi completamente, ne deriva uno spazio circolare scolorato che si disegna nettamente e forma quella caratteristica areola laterale, già notata dagli autori in tutte le forme unicellulari delle Alghe verdi e specialmente nelle cellule di *Palmella*, *Tetraspora*, *Glœocystis*, *Cystococcus* ecc. Le stesse condizioni si avverano nel caso in cui le cellule sono bislunghe o reniformi. Maggiore ampliamento della placca cromatoforica porta con se la completa obliterazione di detta areola: caso frequente in tutte quelle cellule che, durante lo sviluppo, si sono trovate esposte a condizioni poco vantaggiose di luce. Il pirenoide conserva la sua primitiva posizione esattamente centrale; epperò esso vedesi collocato di faccia all'areola. Durante il processo di moltiplicazione vegetativa i piani di sezione si dispongono in modo da passare per il mezzo del pirenoide e del prospiciente vacuo scolorato. Però, mentre questo si scinde in due parti perfettamente uguali, il pirenoide scomparisce e un nuovo pirenoide si forma verso la regione centrale dei singoli segmenti cromatoforici. Io credo di potere con argomenti sicuri affermare questa genesi per innovazione dei pirenoidi. Giammai essi soggiacciono ad un processo di bipartizione, come è stato asserito dallo Schmitz, almeno nei casi di cui parliamo.

I cromatofori sono sede di abbondante permazione di materia amilacea, che si presenta in granuli minutissimi, serrati, e che conferiscono al contenuto una tinta più sbiadita, un aspetto granuloso. A

XXI-XXIV. volte la materia ternaria piglia i caratteri di olio o di sostanza grassa e ne nascono dei piccoli corpuscoli lucidi, refringenti che riempiono tutta la cavitá cellulare.

III.

La fase evolutiva della quale ci siamo occupati, ha il significato di un vero processo di riproduzione per via agamica col concorso di germi unicellulari immobili o conidi; nel tempo stesso essa rappresenta una maniera particolare d'incremento vegetativo. Questo doppio e simultaneo scopo funzionale risponde all'indole propria dei vegetali di cui è parola. Associate le due forme d'incremento in unica, sono suscettive di persistere e rinnovarsi indefinitamente fino al sopraggiungere di condizioni favorevoli al ritorno dell'organismo allo stato originario. Così è che siffatta fase acquista sovente apparentemente una perfetta indipendenza fra il novero delle fasi onde compendiasi l'intero ciclo di evoluzione della nostra Alga, nel modo stesso come vedemmo studiando lo sviluppo delle *Prasiola* per le forme di svolgimento note coi nomi di *Pleurococcus vulgaris e Protococcus viridis*. Non sarà mai abbastanza lo insistere su questa facoltà che possiede la più grande parte delle Tallofite inferiori onde un dato stadio di sviluppo è suscettivo di perpetuarsi, quasi in maniera indefinita, in modo che, attraverso le numerose generazioni che incessantemente si ripetono, rimane smarrita la traccia delle naturali relazioni delle varie fasi caratteristiche della vita dell'organismo.

Cotesto processo di conservazione e rinnovazione si compie constantemente col concorso dell'agamogenesi; l'intervento di un atto sessuale serve a porre un limite alla successione delle numerose generazioni di forme a sviluppo agamico, completa lo svolgimento dell'individuo riconducendolo alla sua forma normale primitiva. I vantaggi e il valore fisiologico della sessualità sono perciò evidenti in confronto a quelli dell'agamogenesi.

Istruttivo è per questo riguardo un esame particolareggiato dello sviluppo ulteriore del descritto stadio protococcoideo o di *Palmella* del nostro *Protoderma*.

Qualunque sia la forma delle colonie, le loro dimensioni, lo stato di consistenza e la copia della gelatina ambiente, l'ampliamento ha luogo per semplice bipartizione vegetativa secondo le norme dianzi stabilite. Durante questo processo, influendovi particolari condizioni non sempre facili a precisare, possono le diverse generazioni acquistare immediatamente o in tempi diversi, una completa indipendenza, isolarsi, o separarsi a gruppi di varia estensione, così come abbiamo altrove indicato.

Di comune poi tutte quante le cellule costituenti le associazioni possiedono la facoltà di svolgersi per zoospore. Il tempo, il modo e le condizioni con cui ciò avviene, offrono notevoli varianti Però, nella forma riferita al tipo di *Protococcus protogenitus* non mi è riuscito giammai di osservare zoospore quando l'alga veniva esaminata allo stato di colonie galleggianti in piena acqua. Sotto questa forma la pianta si era copiosamente sviluppata in una piccola vasca dell'Orto botanico conferendo all'acqua stessa un intenso colorito verdastro. Fatte delle colture pure su piccoli frammenti di pietra di Siracusa notavo immediatamente la produzione di zoospore. Le cellule madri di detti germi apparivano insensibilmente ingrandite; le colonie avevano perduta la caratteristica instabilità e sul substrato scorgevansi degli irregolari cumoli alla maniera del *Protococcus botryoides*.

Presso le altre forme la produzione delle zoospore ha luogo immediatamente e basta cambiare e rinnovare il liquido delle colture perchè tosto le cellule si dissolvano in germi mobili. Questa però non è la regola generale. Un grande numero di colture fatte con metodi differenti prova che certe condizioni fisiologiche sieno all'uopo necessarie, e segnatamente l'età e il grado di maturazione degli individui dovranno esercitare una grande influenza sul fenomeno di cui si parla, senza però che sia esclusa la possibilità che agenti esteriori inducano un acceleramento od anche un ritardo.

Ammessi i dati precedenti e considerata la grande variabilità che presentano le associazioni quanto a struttura, forma e volume degli elementi costituitivi si comprenderà facilmente come il processo di riproduzione per zoospore dovrà offrire talune differenze. Costantemente però notiamo che le cellule madri delle zoospore sono del tutto identiche a quelle vegetative. Il numero dei germi prodotti per ogni

XXI-XXIV. cellula varia da 1 a 32 passando per la serie 2, 4, 8, 12, 16, 24, 32. Molto raro è il caso di un numero maggiore di germi. Essi nascono per reiterata bipartizione che si alterna secondo due o, per lo più, secondo le tre direzioni dello spazio.

Le varianti riflettono le dimensioni dei germi mobili e il loro modo di uscita dalle proprie cellule madri. Del resto una maggiore costanza presenta la loro forma, e soprattutto la struttura loro fondamentale.

Fig. 22,27 Nelle forme a sviluppo palmellaceo, se la produzione delle zoospore comincia assai di buon'ora e prima che le cellule abbiano per via di ripetuta partizione vegetativa successivamente ridotto il proprio volume, le zoospore uguagliano in dimensioni quasi la propria cellula madre; esse non sono che l'immediato prodotto di un processo d'innovazione cellulare o tutto al più derivano da una semplice ed unica partizione trasversale mediana di detta cellula. La divisione del medesimo elemento può però continuare ancora per altri gradi, in modo da derivarne dei gruppi di 4, 8, 12, 16 ecc. cellule filiali: così le zoospore da un maximum di diametro longitudinale di 30 μ. passano successivamente a quello di 24, 20, 16, 12, 8, 4, 2 micromillimetri. In tali casi, durante la uscita delle zoospore, la gelatina ambiente lentamente si discioglie: così pure nello stesso tempo e modo la membrana della cellula madre, e a processo finito non resta più alcuna traccia della medesima. Questa maniera di emissione delle zoospore è nota agli autori come caratteristica delle forme descritte coi nomi di *Tetraspora*, (9) *Palmella, Glœocystis* e simili.

Fig. 15. Per le forme a sviluppo meno copioso di integumenti gelatinosi o a cellule segregate, variabili sono pure le dimensioni delle zoospore, ma non certo dentro limiti così estesi, potendo esse misurare una lunghezza che oscilla fra 8 e 4 micromillimetri; raramente si notano dimensioni maggiori. In tali casi la parete dei zoosporangi si discioglie da un solo lato, formandosi un'apertura più o meno ampia attraverso la quale passano i germi.

---

(9) Cfr. J. REINKE: *Ueber* Monostroma bullosum *Thr. und* Tetraspora lubrica *Ktz.*, negli *Jahrbüch. für wiss. Botan.* di N. PRINGSHEIM Vol. XI. p. 531 e seg., Tab. XXVII.

TAV. XXI-X
Fig. 8, 11, 1

Le zoospore hanno una forma tipicamente ovale, che può lievemente modificarsi in quella ovale-ellissoide o bislunga. Alla parte assottigliata, funzionante da rostro, si attaccano due esili ciglia. Alquanto al disotto a tale regione o un po' lateralmente si nota un piccolo ocello rossigno che i forti ingrandimenti mettono facilmente in rilievo. Il cromatoforo ha la stessa disposizione e la medesima forma che nelle cellule vegetative; distinta è quindi la presenza della nota areola scolorata laterale, cui di faccia risponde un piccolo pirenoide a indumento amilaceo. Presso le zoospore a dimensioni più vistose si scorge la traccia di una delicatissima membrana a mo' di trasparente velo e che resta indifferente all'azione della tintura di jodio e degli altri reattivi jodici. Verso la regione opposta al rostro essa membrana apparisce insensibilmente inspessita e alquanto staccata dal contorno. Nella regione del rostro notasi eguale inspessimento e gli obbiettivi a immersione (10) indicano in quel punto la presenza di due esigue perforazioni che servono di passaggio alle ciglia. La membrana quindi avrebbe l'apparenza di un tenuissimo inviluppo gelatinoso che si adagia sul contorno della zoospora senza staccarsene gran fatto com'è il caso delle cellule mobili di molte Volvocinee. Le stesse zoospore dànno l'occasione di rilevare la presenza di un sistema di vacuole pulsanti che dovrebbe essere assai complicato, e di cui, stante le numerose difficoltà incontrate non ho potuto completamente mettere in evidenza ogni minuta particolarità. A quanto pare, esiste un ampio serbatoio acquifero centrale, di cui i contorni circolari, non subiscono alcuna variazione di posizione. Un po' al disotto del medesimo veggonsi due vacuole poste in posizione obbliqua; l'una più avvicinata al contorno di detto serbatojo, da cui rimane separata per mezzo di un tenue setto; l'altra alquanto discosta e collocata in prossimità del rostro e della suddetta vacuola. Le due vacuole cambiano continuamente di volume; crescendo, confluiscono insieme in unica, la quale poi sembra scomparire tosto, confondendosi col serbatojo centrale. Mentre ciò avviene, comincia a comparire la vacuola inferiore; indi la seconda più vicina al serbatojo. Così il fenomeno descritto si ripete di

(10) All'uopo mi son giovato dell'obbiettivo apocromatico della casa Zeiss di Jena, ad immersione omogenea 2,0 mm. e ap. num. 1,30.

Tav. XX-XXIV nuovo. Riferendoci alle descrizioni date dal Klebs (11) relative al sistema delle vacuole pulsanti delle Euglene, avremmo nel caso nostro una maggiore semplificazione del sistema stesso: le vacuole pulsanti di terz'ordine che, in parecchie, presso questi organismi formano una sorta di corona intorno all'unica vacuola di second'ordine, sarebbero, nelle zoospore di *Protoderma*, ridotte ad unica. Sarebbe utilissimo che studi ulteriori chiarissero meglio queste rassomiglianze, mentre troppo scarse sono le odierne nostre conoscenze sulla intima struttura delle zoospore.

Seguendo lo sviluppo delle zoospore pervenute in istato di riposo, abbiamo due casi da distinguere: nell'uno i germi ci si rivelano in maniera assoluta impotenti a ripristinare direttamente nuove generazioni di frondi del tipo normale di *Protoderma*, nell'altro essi mostrano una certa tendenza a ricondurre l'organismo alle condizioni originarie. Quest'ultima condizione, per quanto formi piuttosto una eccezione alla regola generale, ha un significato ben importante: è la espressione di un incipiente differenziamento fisiologico acquisito dai germi allo scopo di provvedere alla conservazione degli individui per via sessuale.

Fig. 15-17. Riferendoci per ora al primo caso, dirò che in tutte le mie colture, possibilmente pure, di sole zoospore, i germi si sono sviluppati in nuovi elementi di tipo protococcaceo o di *Palmella* derivandone Fig. 28-29. immediatamente nuove associazioni simili alle precedenti. Le coltivazioni di zoospore di seconda generazione confermano il medesimo risultato. Ho potuto estendere le mie indagini fino a colonie di terza generazione raccogliendo ed isolando i relativi germi e sottoponendoli a coltura su frammenti di pietra di Siracusa, sopra uno strato di argilla fresca e dentro gocciole d'acqua previamente sterilizzata.

La osservazione dei fatti rilevati dà il seguente risultato:

A misura che aumenta il numéro delle generazioni delle zoospore, scema negli individui la facoltà di svolgersi in via vegetativa per semplice bipartizione; le colonie divengono sempre più piccole ed infine, dalla germinazione delle zoospore di ultima generazione prendono di-

---

(11) G. Klebs: *Ueber die Organisation einiger Flagellaten-Gruppen etc.* nelle *Unters. aus dem bot.Inst. zu Tübingen* I, pag. 246.

rettamente origine nuovi elementi zoosporiferi. Così tende ad essere interamente soppressa la fase vegetativa nel modo come vedemmo a proposito dello sviluppo dei conidi protococciformi di *Prasiola*. Cotesto affievolimento della potenza incrementale degli individui si accentua maggiormente col divenire gli elementi sempre più piccoli; e nonostante le esigue dimensioni essi svolgonsi immediatamente in zoospore. Ogni cellula dà origine allora a 2, a 4, di rado a 8 germi mobili; qualche volta tutto il contenuto si organizza in unica zoospora.

Tav. XXI

Istruttivi sono a questo proposito i casi di sviluppo delle forme spettanti al tipo di *Palmella*. Ivi le zoospore, appena pervenute allo stato di riposo, si coprono di un ampio inviluppo gelatinoso, trasparente, dentro il quale, dalla divisione del corpo del germe stesso, prendono origine dei gruppi di 2 o 4 elementi, di rado 8 o più e questi immediatamente assumono i caratteri di zoospore. Si scioglie allora parzialmente il comune integumento e le zoospore si disperdono nell'acqua. Poscia esse tornano a germinare nella maniera precedente; ne nascono però dei gruppi di sole due cellule; molto frequenti sono invece delle cellule isolate che, cinte dal caratteristico integumento, si trasformano subito in unica zoospora. Rare sono le associazioni di 4 cellule soltanto. Coteste associazioni di pochi elementi raccolti in un comune inviluppo di gelatina più o meno consistente, acquistano interamente i caratteri delle note specie di *Nephrocytium* nei casi in cui gli elementi stessi presentano una forma bislunga più o meno depressa da un lato. Io credo sicuro siffatto ravvicinamento, tanto più che lo alternarsi dello sviluppo per zoospore con quello vegetativo per semplice bipartizione è confermato dalle osservazioni di Archer (12). Le ricerche del Sig. Dangeard (13) sullo svolgimento del *Nephrocytium*

Fig. 20-2[illegible]

Fig. 29-[illegible]

---

(12) Cfr. De Toni, *Sylloge*, I, pag. 662.

(13) P. A. Dangeard: *Recherches sur les Algues inférieures*, negli *Ann. d. Sc. nat.* (Bot.) VII Sér. Vol. VII, pag. 159, Pl. XII, fig. 49-50. Oltre allo essere incomplete le ricerche del Sig. Dangeard, non contengono niente di nuovo. L'A. si diffonde in dettagli di nessun valore relativi all'incremento vegetativo delle colonie. Egli cita l'opera di Nägeli la quale certamente include pregevolissime notizie su quell'alga e delle figure molto precise. Il Nägeli (*Gatt. einz.* p. 79, Tab. III C) attribuisce la formazione delle caratteristiche colonie di *N. Agardhianum* ad un processo di bipartizione cellulare che si compie

XXIII. *Agardhianum* sono del tutto imperfette. Debbo insistere su tale identità facendo rilevare come a torto il Nägeli abbia attribuito alle colonie di quest' Alga un accrescimento per divisioni che si seguitano secondo una medesima direzione dello spazio. Se così fosse, le cellule per pigliare quella caratteristica disposizione a gruppi ellissoidi dovrebbero subire un certo dislocamento. Il che facilmente avviene essendo, come si disse, gli elementi soggetti a disuguale accrescimento e questo limitato da un solo lato e ai due poli opposti in modo che l'elemento stesso è costretto a incurvarsi lievemente dando luogo ad un leggiero spostamento verso una parte. Tuttavia l'ampliamento successivo di colonie di 2, 4, 16 cellule dimostra che i piani di scissione delle cellule si dispongono secondo due direzioni alterne, passando sempre per

29-31.

---

secondo una sola direzione dello spazio e soltanto per un lento dislocamento gli elementi si distribuiscono in gruppi ellissoidi.

Le ricerche del Dangeard lasciano impregiudicata tale questione. Egli ci enumera i diversi giorni della settimana nei quali si era compita sotto i suoi occhi la divisione di questa e di quell'altra cellula di una data colonia. Nè meno superficiali sono le notizie relative alla costituzione degli elementi. Tutto ciò che apprendiamo dal lavoro del sig. Dangeard, è che le cellule hanno un protoplasma « très granuleux et beaucoup d'amidon en granules » e che esiste al *centro* di esse una sorta di corpuscolo sferico per lui di natura dubbia.

Trentasette anni prima che il sig. Dangeard esponesse i risultati delle sue ricerche sul *Nephrocytium Agardhianum*, il Nägeli scriveva intorno al contenuto cellulare di quest' Alga: « der Inhalt der jüngern Zellen ist homogen » und schwach gelbgrün, nachher ist derselbe intensiver grün, zuletzt dun- » kelgrün und körnig; die Körner sind Amylon, Jod färbt den Inhalt dunkel- » blau. An den convexen Seite der Zelle liegt ein Chlorophyllbläschen, an der » concaven Seite ein farbloser Raum; beide sind nur zu sehen, so lange der » Inhalt homogen bleibt, und werden unsichtbar, sobald die Amylumkörnchen » auftreten; zuerst verschwindet der hohle Raum. ». Dopo ciò è inutile ogni comento; dirò solo che è singolare il fatto come mentre il sig. Dangeard da una parte indica le cellule di *Nephrocytium* come « oblongues réniformes » dall'altra le fig. 49-50 del suo lavoro non riproducono fedelmente questo carattere che è pur di tanta importanza per distinguere la forma di cui parliamo: si direbbe che l'A. abbia esaminato una cosa ben differente dal detto *Nephrocytium Agardhianum* e ci manca ogni indizio per giudicare del valore della sua comunicazione contenendo essa vaghe e superficiali indicazioni.

l'asse maggiore, longitudinale, dei singoli elementi; e ciò contrariamente all'opinione del Nägeli (14). Tav. XXIV.

IV.

Fig. 35.

A proposito dello svolgimento agamico del *Protoderma viride* debbo ricordare una seconda forma di organi di riproduzione singolarissimi per struttura e che, per quanto io sappia, non sono ancora stati osservati in altre Alghe e che chiameremo *asteroconidi*. Essi sono delle cellule aventi una parete relativamente esile, trasparente e un contorno non perfettamente circolare, piuttosto subquadrangolare, ma ad angoli molto ottusi. Hanno la stessa struttura delle cellule vegetative; misurano un diametro di 6–8 μ. Si scorgono costantemente isolati e del tutto circonfusi dalla massa acquea; accennano a essere dotati di un lentissimo moto di translazione in ogni direzione. Ho rivolto lungamente la mia attenzione a simili produzioni di cui, per quanto io sappia, non esiste alcun riscontro in altri gruppi di alghe.

Il moto non è certo di carattere ameboide, poichè il corpo semovente manca di qualsiasi appoggio solido, nè è seguito da deformazioni. Nemmeno trattasi di movimento d'indole molecolare per via della forma colla quale esplicasi. Lento ma distinto, esso non può paragonarsi col moto delle zoospore per la regolarità con cui manifestasi. Durante la translazione il corpo non subisce rivoluzioni o torsioni intorno al proprio asse, ma tranquillamente ed egualmente si protrae in ogni verso finchè non vi si frappongono degli ostacoli. Tutti gli espedienti microchimici impiegati all'uopo di assicurarmi con quali mezzi compiasi la locomozione, sono riusciti poco soddisfacenti. L'acido picrico solforato, la soluzione dell'acido osmico dànno risultamenti negativi, e tanto più l'alcool, la tintura di jodio, ecc. In pochi casi coll'impiego di una soluzione assai allungata di cloruro aurico mi occorreva di notare le traccie di esilissimi filamenti jalini estremamente lunghi e posti tutti all'intorno delle dette cellule e formanti una sorta di aureola. Il reattivo permetteva di scorgere soltanto le regioni inferiori di siffatte appendici, non così le estreme terminazioni

(14) Vedi la nota precedente.

non ostante che l'osservazione venisse fatta con obbiettivi apocromatici a immersione omogenea. Tuttavia è possibile la congettura che detti filamenti sieno di una notevole estensione ed estremamente attenuati agli apici considerando la maniera come tali cellule si comportano verso altri corpi eventualmente moventisi in vicinanza di esse.

Questa particolarità è di un grandissimo valore.

Anzitutto è da notare che se una cellula di cui è parola, nel tempo che si muove, trovasi in prossimità di un ostacolo, prima che il suo corpo vi giunga in contatto subisce una brusca scossa sussultoria come se fra il medesimo e il detto ostacolo si interponesse qualcosa di dipendenza dalla cellula stessa, ma incapace per la sua consistenza e per il colorito ad esser distinta dal nostro occhio. La stessa scossa ha luogo quando a una certa distanza dal corpo cellulare si muova un infusorio o meglio il filo di qualche *Oscillaria*. Cotesta distanza è relativamente notevole poichè importa una lunghezza 8-10 volte maggiore del diametro della cellula.

Da ciò siamo indotti a credere che all'intorno degli elementi di cui è parola, esista una corona di sottilissimi e trasparenti fili, o piuttosto un'ampia aureola di una materia estremamente trasparente.

Forse trattasi di una disposizione intesa a equilibrare il peso specifico di questa stessa forma di elementi riproduttori in modo da potersi diffondere al disotto del livello dell'acqua in quelle regioni ovè il mezzo non subisce alcuna perturbazione per influenze esteriori.

Nessun dubbio rimane intorno alle relazioni genetiche di tal forma di conidi coll'Alga di cui ci occupiamo. La perfetta identità di costituzione del contenuto cellulare ci darebbe qualche indizio di tali rapporti. La diretta osservazione conferma poi pienamente il fatto che detti organi prendano immediata origine da associazioni del tipo palmellaceo. Ho potuto al microscopio seguire le particolarità del processo di formazione, il quale compiesi in una maniera affatto semplice. Il contenuto degli elementi destinati a trasformarsi in asteroconidi si contrae debolmente, tende a staccarsi dalle pareti; indi lentamente si sposta verso un lato mentre la membrana cellulare parzialmente si discioglie; così pure contemporaneamente diffluisce la gelatina ambiente. Così le masse conidiali vengono messe in libertà e si disperdono alla superficie dell'acqua.

Coltivati dentro gocciole sospese alla faccia inferiore di un copri- oggetti gli asteroconidi germinano prontamente seguendo due vie. Gli uni, perdute le appendici jaline del contorno, si trasformano in gruppi tetradici di elementi sferoidi, i quali restano immersi dentro un comune inviluppo di amorfa gelatina. Non ho potuto seguire l'ulteriore sviluppo di tali germi; ma è probabile che dette associazioni sieno i primi stadi di evoluzione di colonie più estese del tipo di *Palmella*. Gli altri conidi, senza subire alcuna divisione, pigliano una forma sferoide, ellittica od ovale: la membrana s'inspessisce, diviene distinta e scorgesi cinta da un numero variabile di appendici aciculari esilissime. Elementi siffatti, ritenuti da me in origine come cistidi, sono il punto di partenza di una serie di ben importanti trasformazioni legate a particolari condizioni di nutrizione o dell'ambiente e delle quali ci occuperemo minutamente più tardi.

TAV. XXIV.

Fig. 37.

Fig. 36.

V.

Una seconda forma di svolgimento dei talli disciformi di *P. viride* è quella diretta per zoospore; però essa non rappresenta una condizione indispensabile per la esistenza degli individui. Ho notato infatti non di rado compiersi lo sviluppo delle frondi esclusivamente per dissoluzione degli elementi costitutivi dei fili nella maniera dianzi descritta. Ambo i modi di moltiplicazione peraltro sovente si associano e vengono attuati nel medesimo tempo; sicchè mentre alcuni articoli, affatto immutati, rivestono i caratteri di zoosporangi, altri mostrano d'isolarsi assumendo un contorno circolare. Alle volte questi ultimi immediatamente si svolgono in zoospore e ciò anche prima che avvenga il completo loro isolamento, dando così luogo alla genesi di una seconda forma di zoosporangi che dagli altri si distinguono per la forma sferoidale e le dimensioni maggiori.

TAV. XXI

Fig. 2.

Questi casi potrebbero benissimo giustificare la distinzione delle cellule madri delle zoospore in macro- e microzoosporangi. Dalle prime infatti, che in nessuna guisa si diversificano dagli articoli vegetativi normali, prendono origine una o due zoospore solamente alquanto più grandi di quelle prodotte all'interno degli altri zoosporangi. In questi ultimi il numero dei germi generati è ordinariamente mag-

Tav. XXI. giore. Nulla toglie di verosimile alle nostre deduzioni il considerare i microzoosporangi come elementi capaci di isolarsi dalla fronda e rinnovarsi indipendentemente e indefinitamente col concorso del proprio prodotto o per via di scissiparità. La fase protococcoidea sopra descritta sarebbe perciò rappresentata da una serie infinita di generazioni di elementi zoosporiferi e, secondo quello che si dirà, essi germi dovrebbero o potrebbero condizionatamente assumere l'ufficio sessuale. Tale interpretazione ravvicina maggiormente l'Alga di cui parliamo, alle Ulotrichiacee dove, come è noto, le macrozoospore adempiono soltanto la funzione di riproduzione agamica, mentre per lo svolgimento sessuale si rendono necessarie le microzoospore, alle quali non manca però la facoltà di svolgersi e rinnovarsi senza il concorso di un atto copulativo.

Fig. 2. Accettando la proposta distinzione dei germi mobili del *Protoderma viride* in macro- e microzoospore, non possiamo in maniera assoluta fondarci sulle differenze di volume che i germi stessi presentano, dappoichè, come vedemmo, parecchi casi ci sono noti (p. e. presso le associazioni del tipo di *Palmella*) dove le zoospore rivestono delle dimensioni ragguardevoli senza però assumere l'ufficio di rigenerare direttamente nuovi talli frondiformi. Epperò come criterio differenziale potranno valere coteste attitudini diverse fisiologiche. Tuttavia è da notare che anche siffatta restrizione tende a mancare talvolta di valore assoluto, poichè, come poi diremo, i germi mobili, provenienti da forme a sviluppo protococcoideo, accennano in qualche caso a dar luogo alla formazione di filamenti. Questa tendenza è già indizio di una differenziazione sessuale in grado incipiente, sicchè le così dette microzoospore condizionatamente acquistano la funzione di provvedere alla moltiplicazione sessuale dell'Alga; perciò resterebbe sempre dal lato funzionale giustificata la distinzione dei germi mobili di *Protoderma* in macrozoospore e microzoospore.

Fig. 2. Nulla di notevole presenta la formazione delle macrozoospore. D'ordinario esse nascono all'interno degli articoli appartenenti alle regioni interne, centrali, delle frondi, giammai in quelli periferici. Per ogni cellula se ne formano 1 o 2, come si disse, e vengono messe in libertà per dissoluzione parziale della parete della cellula madre. Ne deriva verso la parte superiore di questa un'apertura cir-

colare per cui passano tosto i germi. Non ho potuto accertarmi dell'esistenza d'un sacco gelatinoso involgente le nascenti zoospore. Tav. XXI.

Esaminate libere, le macrozoospore appariscono perfettamente organizzate come le microzoospore dianzi descritte e misurano un diametro longitudinale di 6 a 8 μ.; possiedono 2 ciglia, ed un esiguo ocello rossiccio laterale. Si nota un piccolo cromatoforo della forma ordinaria provvisto di pirenoide. Fig. 2.

Lo sviluppo di nuove frondi iniziali tanto col concorso di macrozoospore che di microzoospore segue secondo norme costanti e regolari.

L'elemento iniziale prende insensibilmente una forma sferica alquanto depressa e raggiunta una certa grandezza, si divide trasversalmente. I due segmenti si accrescono tosto e tendono a poco a poco a divenire oblunghi restando momentaneamente accostati in direzione parallela od appena divergenti l'uno rispetto all'altro. Poi tornano a spartirsi con un setto mediano nella direzione perpendicolare alla maggiore lunghezza. I quattro elementi derivati rappresentano i primi accenni di altrettanti filamenti, i quali si accrescono indipendentemente restando avvicinati tra di loro in un punto di comune che risponde al centro della futura fronda. L'accrescimento segue subito secondo due opposte direzioni ed essendo i quattro segmenti iniziali situati a croce, ciascun filamento è costretto a piegarsi ed incurvarsi pigliando una posizione divergente dal centro, o meglio, ciascun giovine filo si foggia a *V* e si dispongono tutti in modo che i vertici coincidano col centro e l'apertura guardi la periferia della nascente fronda. Intanto si manifesta una nuova bipartizione mediana trasversale e così il giovine tallo vedesi tosto costituito da 4 coppie fondamentali di filamenti in via di rapido allungamento e che divergono l'una dall'altra quasi ad angolo retto. Seguitando l'accrescimento, nascono varie generazioni di ramuli laterali. Essendo i piani di scissione regolarmente alterne secondo due sole direzioni, la fronda continua a svolgersi ad ampliarsi sopra un medesimo piano. Le nuove e successive ramificazioni costituiscono una regolarissima dicotomia; ma però i differenti ordini di rami si dispongono verso un solo lato, quello, cioè, spettante alla concavità del *V* iniziale, in modo che detto spazio a poco a poco rimane occupato dalle varie generazioni di ramuli ed in ultimo il tallo completa la sua forma orbicolare. Fig. 3-6.

Tav. XXI. Lo esame di un grande numero di frondi di differenti età e in vario stato di sviluppo e d'incremento dimostra la possibilità di alcune eccezioni a siffatta regola. Del resto trattasi di varianti di un Fig. 3-6. valore insignificantissimo e delle quali non merita la pena occuparsi. Si comprende poi come le norme indicate non hanno un significato del tutto generale e come in frondi molto estese in superficie la struttura fondamentale possa presentare qua e là una certa irregolarità mancando ogni indizio per poter dedurre come esse frondi si sieno in origine costituite.

VI.

Tav. XXIII. Sin dai primi tentativi di coltura notavo presso alcune microzoospore, già pervenute allo stato di riposo, la tendenza a svolgersi Fig. 23-24. in brevi fili e quindi, dopo avvenute poche divisioni, a dar luogo a incipienti frondi. Eguali accenni di nascenti talli sono stati frequentemente osservati dentro acquari destinati a coltivazioni pure di forme a sviluppo protococcoideo. Durante le lunghe e varie ricerche sull'alga di cui parlasi, riuscivo a convincermi che tali forme non fossero suscettive di ulteriore svolgimento. Qualche volta mi accadde di notare come lo sviluppo immediatamente si arrestasse alla produzione di ramuli di 2° ordine, che rimanevano costituiti da un solo articolo, il quale ben tosto, cresciuto di volume, preso un contorno circolare, assumeva i caratteri di zoosporangio.

Dopo varie prove infruttuose di coltura nella primavera del 1889 casualmente mi veniva fatto di osservare delle microzoospore in vari stadi di copulazione. Esse provenivano da colonie del tipo di *Palmella* ad elementi molto voluminosi e di forma globosa. Da ogni cellula, per reiterate e rapide bipartizioni subite, si era costituito un denso cumulo formato da circa una ventina di germi mobili, verosimilmente 32. Divenuti liberi per dissoluzione della gelatina ambiente, i medesimi germi venivano a due a due in contatto per le estremità rostrali e poscia interamente cupulati, prendevano origine delle zigospore.

Tali osservazioni provano che il *Protoderma* è suscettivo di sviluppo sessuale. Agenti ne sono le stesse microzoospore, naturalmente

impotenti a ricondurre direttamente l'organismo alla forma originaria senza l'intermediario di un atto copulativo. E di fatti, come prodotto della germinazione delle zigospore, otteniamo costantemente dei talli normali. Le colture allo stato puro poi porgono evidente conferma del fatto che, mancando la copulazione, i germi dànno origine a frondi rudimentali o restano allo stato di elementi protococcoidei. É certamente di non lieve interesse l'osservare, come i germi sessuati, morfologicamente considerati, non differiscano dalle microzoospore. Però si nota che la facoltà di copularsi possiedono solamente quelle microzoospore che provengono da una eccessiva bipartizione delle corrispondenti cellule madri; in conseguenza il corpo di esse offre delle esigue dimensioni. Potremmo quindi tale carattere considerarlo come in qualche guisa distintivo morfologico delle zoogamete, ma certo non in maniera assoluta. Meglio conviene il dire che un atto copulativo interviene nella vita dell'Alga, di cui ci occupiamo, ad un'epoca quando l'accrescimento vegetativo si é spinto oltre ad un limite di massimo indicato dalla sempre crescente diminuzione di volume delle varie generazioni di elementi. Ammesso ciò, è facile il comprendere come la fase sessuale rappresenti il complemento del normale ciclo d'esistenza dell'organismo.

Tav. XXIII. Fig. 25-26

VII.

Poco mi resta da dire dei mezzi intesi ad assicurare la conservazione degli individui sottoposti a condizioni sfavorevoli di sviluppo.

Tav. XXI[illegible]

A tale scopo giovano le cistidi.

Fig. 32-34

Esse sono delle cellule vegetative isolate provenienti dallo stadio protococcoideo, a sviluppo sospeso e cinte da una consistente membrana. Secondo che detti elementi derivano da colonie del tipo di *Palmella* o di *Protococcus*, la parete offre lievi differenze di spessore. Del resto il contenuto cellulare abbonda di materia oleosa: le gocciole si presentano ora piccole, fitte e regolarmente distribuite; ora notansi poche gocciole di varia dimensione. Qualche volta la sostanza oleosa assume una tinta rossastra, specialmente nel caso in cui le cistidi si son trovate esposte a forte insolazione; allora tutte le gocciole confluiscono in unica o poche di maggiori dimensioni.

. XXIV

Nelle forme del tipo di *Nephrocytium* le cistidi hanno una forma ovale od ellissoide a parete spesso alquanto finamente stratificata.

. 32-34

In tutti i casi la parete cellulare offre le proprietà di una consistente gelatina che resta quasi indifferente all'azione dei reattivi jodici, mentre si colora coll'impiego del verde di metile.

Durante la germinazione la parete si distende, diffluisce lentamente, si rendono visibili le stratificazioni concentriche e ne deriva un inviluppo gelatinoso più o meno ampio secondo lo spessore iniziale della membrana, mentre il contenuto si organizza in elementi vegetativi od in microzoospore. Nel corso della germinazione la provvigione di materia oleosa lentamente viene consumata, oppure soltanto una parte di essa; la scomparsa totale avviene durante le successive fasi di svolgimento, a misura che nuove generazioni di elementi vegetativi o di microzoospore si ripetono.

VIII.

Lo sviluppo descritto si compie in condizioni ambienti le più favorevoli, vale a dire, in seno ad un mezzo acqueo, ben aerato e ricco di principii minerali. Nei miei acquari l'acqua veniva rinnovata per continuato afflusso di una corrente che proveniva da ampio serbatojo collocato al di fuori del laboratorio. Dei particolari espedienti adoperati per mantenere scevre le colture o almeno in gran parte lontane da estranea vegetazione, sarà detto altrove. Per ora mi basta notare che abbandonando a se stesse le colture in modo da rendere possibile il sopravvento o uno sviluppo poderoso di germi organici, dentro gli acquari, specie di Bacteri, lo svolgimento si allontana dalle vie normali dando luogo a una successione di forme di cui vanno rammentate alcune.

36-38.

Ho descritto a pag. 267 degli elementi riproduttivi dotati di un lentissimo moto di traslazione in seno alla massa acquea ambiente, cioè degli asteroconidi. Si disse come detti corpi fossero provvisti di un'ampia aureola di esilissimi ed indistinti fili e fu osservato come dalle dette cellule provenissero associazioni protococcoidee, oppure dei corpi unicellulari a parete rivestita da una corona di validi aculei. Quest'ultimo caso ha luogo in via eccezionale e par che esiga il favore

Tav. XXI
Fig. 36-38

di particolari condizioni organiche ambienti. Detti elementi si depongono nel fondo degli acquari restando dispersi e coinvolti fra la massa di svariate forme di schizomiceti. Esse pigliano una forma ellissoide od ovale; la parete è distinta se non spessa; il contenuto offre le stesse condizioni di struttura degli elementi normali di *Protoderma*. Gli aculei sono frequenti, ispessiti alla base, si stendono diritti e sempre più assottigliandosi in modo che l'estremo apice rendesi invisibile senza l'aiuto dei reagenti e specialmente del verde di metile. In tale stato siffatte cellule acquistano i caratteri di un'alga descritta dagli algologi forse col nome di *Trochiscia aciculifera* Hansg. (15). Io credo molto probabile siffatto ravvicinamento tanto più che questa come le altre forme riferite al detto genere lasciano molti dubbi circa al loro valore sistematico. Lasciando per ora impregiudicata tale quistione noterò solo come dette cellule sieno capaci di sviluppo immediato per via di scissiparità; in tal modo nascono delle generazioni di 2 o 4 elementi identici a quelli iniziali. La divisione ha luogo mediante un piano obbliquo e secondo una o solo due direzioni dello spazio; mentre le cellule filiali acquistano i caratteri della cellula materna, la parete di questa interamente si gelatinifica e scompare.

Osservando un grande numero di individui appartenenti alle diverse generazioni, si nota che la accennata identità non è completa per quello che spetta al numero ed alla distribuzione degli aculei. Difatti presso alcune cellule si contano fino a 15 appendici aculeiformi tutte all'ingiro in sol piano; in altre se ne distingue un minimo di 7, o 5 eccezionalmente. Alle volte tali produzioni veggonsi situate ad eguali distanze, talora invece esse occupano le regioni polari lasciando scoperta la parte equatoriale. Quest'ultime forme rispondono esattamente a quelle descritte e figurate dal Lagerheim (16) col nome di *Oocystis ciliata* e di *Oocystis ciliata*, β *amphitricha* (17). I saggi

---

(15) Le cellule di quest'Alga sono descritte e figurate dal Reinsch (*Ber. d. deutsch. bot. Ges.* IV, fasc. 6) come «subglobosis»; però il De Toni (*Syll.* I, 695) soggiunge che possono essere anche «ovatæ».

(16) G. Lagerheim: *Bidrag till Kännedomen om Stockholmstraktens Pediastréer, Protococcacéer och Palmellacéer*, Stockholm. 1882, Tab. III, fig. 33-37.

(17) idem. *Bidrag till sveriges Algflora*, Stockholm, 1883, tab. 25-26.

/. XXIV. di quest' ultima alga distribuiti sotto il n. 724 nella collezione dei sigg. Wittrock e Nordstedt, non lasciano alcun dubbio su tale identità.

Ammesse tale transizioni, le due forme descritte rappresentano la stessa cosa e si rimane indecisi se indicarle col nome di *Trochiscia* oppure con quello di *Oocystis*. Per noi questo è indifferente. Mi piace però il rilevare che se l' alga del signor Lagerheim fosse davvero un' *Oocystis*, dovrebbero le sue cellule offrire per caratteristica fondamentale parecchi o pochi cromatofori lisciformi provvisti di un pirenoide nudo (18) com' è il caso dell' *Oocystis Naegelii* A. Br.; il che non si osserva giammai nell' *Oocystis ciliata* e nella sua varietà.

. 39-45. Nei miei acquari le forme descritte non si sono conservate a lungo; però continuando le colture nelle medesime condizioni di prima, qualche mese dopo il fondo del recipiente compariva ricoperto da uno strato densissimo di materia intensamente colorata in verde e che il microscopio chiariva formata da enorme copia di colonie di *Scenedesmus quadricauda* Turp. associate a sparsi elementi protococcoidei di *Protoderma viride*.

Per parecchi giorni la mia attenzione veniva rivolta agli elementi di *Scenedesmus*, alla loro struttura e ad alcune notevoli varianti che essi offrivano. Il risultato di tali indagini è il seguente.

1) Le cellule di *Scenedesmus* possiedono un cromatoforo che a mo' di ampia placca parietale cinge quasi interamente la cavità delle cellule stesse. Esso è provvisto nel suo centro di un distinto pirenoide a indumento amilaceo. In tutta la superficie il cromatoforo stesso è suscettivo di generare dei minuti granuli d' amido onde l' intiero contenuto piglia un aspetto granelloso.

Tali caratteri completamente rispondono a quelli che sono parti-

---

(18) Il genere *Oocystis*, prendendovi come tipo la *O. Nägelii*, è forse uno fra i pochi, delle Protococcoidali, meno sospetti. Ho avuto l'occasione di studiare fugacemente lo sviluppo di quest' ultima specie. Di notevole evvi uno stadio protococcoideo di cui gli elementi si moltiplicano vegetativamente e per zoospore. I cromatofori sono forniti di un pirenoide nudo che si scorge a prima vista difficilmente tanto che lo Schmitz (*Die Chromatophoren der Algen*, p, 41) annovera quest'alga tra quelle a cromatofori senza pirenoidi. È agevole assicurarsi dell'errore ricorrendo ad una soluzione alcoolica di acido picrico.

colari alla struttura degli elementi protococcoidei di *Protoderma viride* e della sedicente *Trochischia aciculifera* od *Oocystis ciliata*.

Tav. XXIV

Fig. 39-45.

2) La forma delle cellule di *Scenedesmus* è tipicamente quella ovale od ellissoide: per le pressioni subìte nel senso longitudinale le pareti di comune contatto hanno assunto un percorso rettilineo; disposizione certamente dovuta alla particolare maniera d'origine degli elementi filiali.

3) Le appendici aculeiformi presentano una estrema variabilità tanto per numero e per distribuzione, quanto per lunghezza e tenuità. Frequenti sono gli individui forniti di 4 lunghi aculei limitati alle due cellule esterne nella maniera come è stata generalmente figurata e descritta questa specie e a cui essa deve il suo nome. Accanto a tale forme se ne rinvengono di quelle dove gli aculei si presentano o isolati o a coppie su tutti quanti gli elementi della colonia. Una serie di varietà dello *Scenedesmus quadricauda* Brèb. sono state descritte dagli Autori (19) prendendo a base siffatte e ancora altre varianti e che io posso assicurare di aver tutte rinvenute nelle mie colture. Esse offrivano sovente i più variati stadi di transizione dall'una all'altra forma. È superfluo dare una minuta descrizione. I casi più cospicui sono stati rappresentati nella fig. 39-40 della Tav. XXIV. Degne di nota sono quelle forme ad aculei ridotti a mo' di corte prominenze o dentini i quali s'inseriscono a coppie sui poli opposti di ogni cellula. Il signor Lagerheim (20) ha descritto e figurata sotto il nome specifico di *Scenedesmus denticulatus* una forma identica a questa da me osservata. Lo stesso egregio Algologo ha pure dato la diagnosi descrittiva e rappresentata come specie distinta sotto il nome di *S. Hystrix* (21) un'altra forma ad aculei brevi e frequenti e che somiglia moltissimo a quella forma da me riportata nella tavola XXIV alla fig. 40. Forse anche meglio quest'ultima forma risponde a quella figurata e descritta dal Reinsch (22) col nome di *Scen. aculeolatus*.

---

(19) Cfr. De Toni *Syll. Alg.* I, p. 566.

(20) G. Lagerheim, *Bidrag. till. Kännedomen om* etc. p. 61, tab. II, fig. 13-17.

(21) *L. c.* p. 62, Tab. II, fig. 18.

(22) P. Reinsch: *Contr. ad Alg. Cap. B. S.* nel *Linn. Journ.* Vol. XVI, p. 238, Tab. VI, fig. 1-2.

.v. XXIV. Nel complesso tutte queste particolarità ci fanno pensare alla possibilità che lo *Sc. quadricauda,* con tutte le sue forme, rappresenti una nuova condizione di sviluppo della pretesa *Oocystis ciliata* cui gli elementi sono identici per intima struttura e che, come presso quella forma, essi mostrano costante la tendenza alla produzione di appendici aculeiformi. Perchè tale somiglianza divenisse perfetta, bisognerebbe ammettere che il processo moltiplicativo delle cellule subisse qualche modificazione, non tanto circa alla direzione dei piani di scissione, quanto nel tempo in cui il processo si compie. Io credo perciò, confortato dalla osservazione diretta di taluni, per quanto rari, casi, di potere affermare che le associazioni tetradiche *Scenedesmus* g. 41-45. procedano geneticamente dagli individui della descritta *Oocystis*: la struttura fondamentale non ne differisce gran fatto e noi vedemmo pure come tanto per la forma degli elementi, quanto per la distribuzione e per il numero delle appendici aculeiformi, evvi in ambo le forme una completa corrispondenza. Anche nella *Oocystis ciliata* la divisione del contenuto ha luogo per bipartizione: ne nascono 2, o 4 elementi filiali che resterebbero distribuiti sopra una stessa superficie se non esistesse in essi la tendenza a isolarsi pigliando un contorno tondeggiante. In ciò solo può rinvenirsi una differenza capitale tra le forme di cui discorriamo; la quale circostanza è peraltro di così lieve momento dal punto di vista morfologico che senza altro ci permette anche in via induttiva di concludere che esiste una completa relazione genetica tra gli individui isolati di *Oocystis* e quelli associati in gruppi tetradici di *Scenedesmus.*

Del resto a confermare pienamente questo giudizio occorre rivolgere la nostra attenzione alle ulteriori trasformazioni che quest'ultima forma subisce al variare delle condizioni di coltura.

I recipienti dentro i quali si notavano le descritte forme, sono stati per circa tre mesi conservati nelle medesime condizioni di prima, e riparati solamente dalla polvere per mezzo di una lastra di vetro; di tanto in tanto veniva aggiunta un po' d'acqua per preservare dal disseccamento le colonie dell'alga giacenti sulle pareti intanto che il livello del liquido s'abbassava per la seguìta evaporazione. Non ostante le sfavorevoli condizioni di aeramento ed il copioso sviluppo di varie forme di Bacteri e di Flagellati la vegetazione si è conservata rigo-

TAV. XX

Fig. 41-4

gliosa senza che nulla accennasse a ulteriori trasformazioni, restando così in apparenza giustificata la comune opinione che lo sviluppo di questa forma di Clorofic ea non si allontana dagli angusti confini di un processo di semplice moltiplicazione vegetativa. Io sono fermamente convinto che casi simili di svolgimento in organismi così semplici non sieno possibili, restando sempre da ricercarsi una fase veramente moltiplicativa, mentre quella che si conosce presso gli *Scenedesmus* è soltanto un processo di bipartizione cellulare. È il caso identico delle *Prasiola* di cui ci siamo già estesamente occupati, come degli *Stichococcus*, dei *Raphidium* e di forme simili. Non sarà mai superfluo lo insistere su questo principio, che, secondo me, è la base della dottrina del polimorfismo delle alghe verdi (e anche di altre Tallofite inferiori, p. e. Schizofiti), il principio, vale a dire, che talune fasi di svolgimento, date particolari condizioni ambienti, sono suscettive di perpetuarsi e conservarsi indefinitamente per via agamica o per semplice processo di scissiparità. Con una certa sicurezza si può affermare che un ambiente povero di principii minerali o esauriti per qualsivoglia ragione chimica, ricco perciò di materie organiche, è un ostacolo alla regolare successione delle varie fasi che caratterizzano la normale esistenza di una data forma. L'immenso potere di adattamento che simili organismi possiedono, ci spiega il perchè le nuove generazioni si conservano tenacemente e ci si svelano mediante caratteri propri ed una certa apparente indipendenza. Avrò occasione di trattare altrove estesamente questa tesi; per ora mi basti dire che i dati esperimentali esposti mi autorizzano ad includere tra il novero di stadi siffatti, che chiamerò *anamorfici*, anche il genere *Scenedesmus*.

È facile rendersi conto delle particolari condizioni che determinano il passaggio a questa forma sottoponendo le colture ad uno speciale trattamento in modo da restituire all'ambiente i principi minerali di cui manca o meglio di spogliarlo più che sia possibile dalle materie organiche delle quali abbonda. Il tentativo è difficile e non si riesce che dopo ripetute prove e solo in via approssimativa e nel caso in cui si può disporre di copioso materiale. Gli espedienti di cui mi sono avvalso, consistevano nel sottoporre a reiterate lavature il materiale descritto sopra un sottilissimo filtro, impiegando all'uopo dell'acqua di fonte pur essa alla sua volta già filtrata. Indi le colture venivano

AV. XXIV.

fatte dentro acquari alimentati da una corrente continua di acqua normale di fonte, la quale perveniva dentro i recipienti dopo essersi depurata passando attraverso un filtro di carbone. Tale metodo quantunque non privo d'inconvenienti e mancante di quel rigore sperimentale richiesto, aveva tuttavia il vantaggio di assicurare alle colture eccellenti condizioni di aeramento e un mezzo alquanto più scevro di materie organiche.

Gli effetti di siffatto cambiamento nelle condizioni ambienti si manifestano ben presto sulle colonie di *Scenedesmus* colla tendenza, che gl'individui acquistano, appena avvenuta la bipartizione, a prendere dei contorni più tondeggianti; il che è il primo accenno ad una separazione completa. Nel tempo stesso notasi quasi bruscamente cessare la produzione di appendici aculeiformi e se talune colonie conservano ancora la tendenza a dar luogo a siffatti organi, questi appariscono più radi e molto corti. Pochi individui nelle mie colture ho visto persistere tenacemente nelle condizioni di prima; il che potrebbe benissimo spiegarci come una conseguenza del fatto che le colture non si trovassero completamente depurate da materie organiche.

ig. 41-45.

Dalle ulteriori osservazioni acquistavo la certezza che la fase descritta riconduca l'organismo allo stato protococcoideo. Cessa infatti la costituzione delle colonie caratteristiche; gli elementi si spartiscono anche nel senso trasversale e tosto si separano completamente pigliando una forma perfettamente sferica. È ovvio aggiungere che detti elementi nulla offrono di particolare che valga a distinguerli da quelli di *Protoderma*. Essi sono suscettivi di sviluppo per microzoospore nel modo stesso come abbiamo detto a pag. 260 e seg.: il che ci assicura meglio di tali relazioni.

ig. 46.

AV. XXII.

ig. 18-19.

Al novero delle forme occasionali di sviluppo del *Protoderma viride*, dobbiamo ancora riferire degli elementi rafidiformi che per parecchi mesi ho osservati in grande copia associati alle descritte colonie di *Scenedesmus* in taluni recipienti destinati alle mie colture. Siffatte cellule rispondono completamente nei loro caratteri all'alga descritta ripetutamente dagli autori col nome di *Raphidium polymorphum*.

La origine di questa forma, come ho già avvertito a proposito dello sviluppo del genere *Prasiola*, va ricercata studiando la genesi

delle microzoospore. Queste, com'è noto, si svolgono all'interno delle proprie cellule madri per reiterata bipartizione del contenuto. Alle volte accade che il processo si arresti alle penultime divisioni, e la separazione completa delle masse destinate ad assumere i caratteri di zoospore non avviene mai: ciò nonostante i due corpi, così rimasti riuniti, si muniscono di ciglia, di rostro e di ocello e abbandonano rapidamente lo zoosporangio. Visti liberi nell'acqua, tali germi si scambierebbero con coppie di zoospore in via di copulazione; però la fusione parrebbe fosse avvenuta per la estremità opposta al rostro, restando i due corpi in una posizione obbliqua in modo da imitare un V più o meno divaricato; alle volte pure si nota una disposizione in direzione rettilinea. All'apice dei due rostri liberi si contano due ciglia e più al di sotto un ocello rossigno. Dette coppie possiedono un cromatoforo di comune che percorre da un lato l'intiero corpo sino a raggiungere la base dei singoli rostri; si nota nel centro un pirenoide oppure due situati a eguali distanza. Eccezionalmente ho notato la presenza di due distinti cromatofori corrispondenti al corpo dei singoli germi fusi, oppure un semplice cloroforo fortemente strozzato verso la metà.

Tav. XXII Fig. 18-19.

Nelle mie colture ho visto costantemente come dallo sviluppo di dette coppie di zoospore procedano degli elementi di *Raphidium* nel modo come si disse trattando del genere *Prasiola* (p. 231). Non ho bisogno di dare minuti ragguagli intorno ai caratteri propri a questa forma e intorno alla maniera di riproduzione vegetativa. Noterò solamente che la struttura fondamentale degli elementi ci dà a priori un sicuro indizio sulla origine degli elementi di cui parliamo. A differenza delle cellule rafidiformi di *Prasiola* dove evvi un cloroforo centrale solido, quivi scorgesi una placca clorofillacea distintamente parietale provvista nel suo mezzo di un pirenoide. Talora detta placca offre un contorno continuo; talora invece notasi una lieve strozzatura laterale nel mezzo oppure a dirittura essa apparisce in questo punto divisa completamente dando luogo a due distinte placche. Del pirenoide esistono sovente evidenti tracce; esso è unico, molto piccolo e sembra il più delle volte che manchi del caratteristico indumento amilaceo.

La moltiplicazione degli elementi rafidiformi si compie con un'e-

Tav. XXII. Fig. 18-19.

strema rapidità nella maniera stessa come avviene presso le forme di *Scenedesmus*. Gli elementi filiali mostrano squisitissima la tendenza a rimanere connessi in famiglie o più precisamente in fascetti. La forma incurvata o sigmoide di essi fa si che il contatto si stabilisca per piccolissimo tratto della superficie e le associazioni divengano fugaci e irregolari. Esse dànno luogo a tutte quelle disposizioni che sono dagli Autori descritte o figurate come caratteristiche non solo del *Raphidium polymorphum*, ma altresì proprie alle forme prese come tipo del genere *Selenastrum* (23).

Allo stato presente delle mie ricerche nulla saprei dire intorno alle possibili ulteriori evoluzioni delle cellule rafidiformi. Notevole è il fatto che lo sviluppo di tale forma diventa sempre più rigoglioso in un ambiente ricco di materie organiche dove brulicano miriadi di forme di Bacterî, Flagellati ecc. Tutte le indicazioni di *habitat* riferite dagli Autori confermano tale circostanza. Epperò potremmo dire che nel caso dei *Rhaphidium* abbiamo delle forme somiglianti agli *Scenedesmus* di cui la esistenza è condizionata ad un ambiente esausto di principii minerali, ricco di materie organiche. Si potrebbe perciò con fondamento sicuro arguire che, rifornito il mezzo di sufficienti materiali inorganici, possa la detta forma dar luogo a nuove evoluzioni riconducenti l'organismo alle primitive normali condizioni. Comunque sia, il caso del quale ci occupiamo porge ancora una splendida prova dell'illimitato potere di adattamento delle Alghe inferiori alle così mutabili condizioni dell'ambiente: trattasi di un adattamento a ragioni chimiche le quali ci si rivelano con profonde alterazioni nella forma esteriore del corpo; il che fa naturalmente pensare alla possibilità che eguali modificazioni vengano indotte nella forma della nutrizione. Dati perciò tali fatti, si affaccia spesso al pensiero il sospetto che gli organismi di cui parliamo, pos-

---

(23) Veggansi su questo proposito:

P. Reinsch: Algenfl. v. Frank. p. 64. tab. IV, fig. 2,3.

G. Lagerheim: l. c. Tab. III, fig. 27-30. se i *Selenastrum* fossero effettivamente delle forme autonome, bastano le esposte considerazioni per convincersi che esse debbano essere riunite ai *Raphidium*. Nulla potrei a questo proposito dire del preteso affine gen. *Actinastrum* Lagerh. (*l. c.* p. 70, tab. III, fig. 25,26).

sano condizionatamente attingere i proprii materiali nutritizi da un substrato organico e che il processo della nutrizione si compisse alla maniera di molti Funghi. All'avvenire della fisiologia spetta la soluzione di questa importante quistione.

IX

La posizione sistematica del genere *Protoderma* rimane sufficientemente chiarita dalle precedenti ricerche. Di quest'alga è stato finora agli algologi noto uno stato transitorio di svolgimento, quello, cioè, in cui gli elementi, perduta la primitiva orientazione in serie, appariscono coadunati in cuscinetti parenchimatoidei; così è che nelle opere descrittive troviamo indicato il tallo come «crustaceus, indeterminatus, substrato arcte adhaerens, e cellulis angulato-rotundatis, irregulariter ordinatis, arcte connexis compositus (24)». Per tali particolarità il gen. *Protoderma* è stato riferito alle Ulvacee. Il De Toni (25) sembra di avere meglio che altri intuita la vera struttura delle frondi di quest'Alga, ond'è che nella diagnosi generica della *Sylloge* troviamo precisamente indicata la circostanza che il tallo risulta da filamenti ramificati, raggianti e lateralmente fusi tra di loro. Nonostante tali caratteri, il De Toni segue l'opinione comune degli Algografi, includendo la nostra alga fra le Ulvacee.

Evidentemente tale sistematica ubicazione è inammissibile: le Ulvacee sono contraddistinte da una costituzione ben differente della loro fronda, risultato di una moltiplicazione degli elementi e di un accrescimento generale che trova soltanto riscontro in corpi fogliacei parenchimatosi. Ivi non trattasi di frondi nate dalla fusione e coalizione laterale di veri filamenti da per se originariamente liberi. Quest'ultimo è il caso preciso del *Protoderma viride*; quivi abbiamo dei falsi corpi tallini quali si osservano nelle Coleochetacee.

Un confronto del *Protoderma viride* con queste ultime Alghe, possibile sotto certi rapporti, è incompatibilissimo da un altro punto di vista stante la maniera differente di riproduzione e la diversa for-

---

(24) RABENHORST, *Fl. eur. alg.* etc, III, p. 307.

(25) *Sylloge Algarum*, I, p. 147.

ma e struttura dei germi mobili. Non occorre insistere sulla inopportunità di siffatto ravvicinamento essendo evidente la grande superiorità delle Coleochetacee.

La particolare costituzione del tallo permetterebbe a priori di stabilire qualche raffronto con una pianta descritta dal Berthold (26), sotto il nome di *Chaetopeltis orbicularis* ed a torto da molti algografi collocata fra le Croolepidacee. Come chiaramente deducesi dalle indicazioni del chiarissimo Autore ed io stesso avrò occasione di dire, le frondi di *Chaetopeltis orbicularis* offrono una struttura che fondamentalmente non differisce da quella del nostro *Protoderma*: la coalizione dei filamenti è più intima, l'accrescimento è più regolare in modo che ne derivano dei talli di una configurazione più regolarmente disciforme. Però gli articoli non sono identicamente costituiti come quelli di *Protoderma*; essi hanno, cioè, un cromatoforo centrale a mo' di stella provvisto di un pirenoide a indumento amilifero. Secondo me, i rapporti che legano il *Protoderma viride* alla *Chaetopeltis orbicularis*, sono tutto affatto superficiali, come meglio si vedrà in altro luogo.

Accennando alle affinità del genere *Protoderma* ad altre Cloroficee, non potrei tacere di alcune relazioni di esso coi generi marini *Ulvella* Crouan e (27) *Pringsheimia* Reinke (28).

Il genere *Ulvella*, fondato dai fratelli Crouan, ha per tipo una piccola Cloroficea a talli evidentemente disciformi e che rammentano perfettamente quelli della *Chaetopeltis orbicularis*. La disposizione degli elementi vi è la medesima e si può con sicurezza arguire, anche dalla sola ispezione della figura (29), com'essi sieno disposti in serie raggianti accrescentisi per regolare processo di dicotomia. Mi sono soprattutto convinto di ciò esaminando degli esemplari viventi di quest'alga raccolti, alcuni anni fa, sui ciottoli sommersi dei laghi marini di Ganzirri presso Messina. Per mancanza di sufficiente materiale non

---

(26) G. Berthold: *Untersuchungen über die Verzweigung einiger Süsswasseralgen*. Nei *Nova Act. d. Leop. Car. Ak.* Vol. XL, p. 169 e seg. con 4 tav. (1878).

(27) *Notice sur quelq. nouv. algues marin.*, negli *Ann. d. Scienc.* sér. IV, tom. XII, p. 288.

(28) J. Reinke *Atlas deutscher Meeresalgen*, p. 33, Tav. XXV, Berlin, 1889

(29) l. c. Tab. XXII fig. 25-28.

potei allora istituire più estese ricerche. Poco perciò potrei dire intorno allo sviluppo di quest'alga. Certo mi sembra che il modo di costituzione iniziale delle frondi non è tale da rendere possibile un ravvicinamento colle Ulvacee; i primi accenni della formazione dei talli di queste sono assai ben differenti, come può dedursi dalle indagini del Bornet e di altri (30). Gli individui da me esaminati presentavano una fronda verso il centro distromatica nella maniera come è stata descritta dai signori Crouan e da Hansgirg (31). Il contenuto cellulare appariva costituito nel modo stesso come abbiamo notato a proposito del *Protoderma;* vi si scorgeva per ogni cellula un'ampia placca clorofillacea parietale, provvista di pirenoide amilifero. Mi accadde una sola volta di osservare delle grosse cellule intumescenti nel centro della fronda e in via di segmentazione; alcune apparivano vuote e colla parete rotta da una larga fenditura. Vidi delle zoospore libere e vaganti nell'acqua, ma non potei sorprenderle al momento della uscita degli zoosporangi. Mi fu possibile peraltro il costatare la presenza di due ciglia e di un ocello rossigno. Quello però che parmi degno di nota è che gli zoosporangi sogliono distinguersi assai di buon'ora dagli elementi vegetativi per maggiore ampiezza e per la forma tondeggiante che assumono, in modo da sporgere fortemente dalla superficie del tallo. Tale particolarità non è stata segnalata dall'Hansgirg.

Sulla base di tali indicazioni riesce facile il dire che cosa sistematicamente rappresenti il genere *Pringsheimia* stabilito di recente dal Reinke. Le stupende figure che adornano l'opera del chiarissimo algologo di Kiel, non lasciano il menomo dubbio sulla identità generica della *Pringsheimia scutata* colla *Ulvella Lens* dei fratelli Crouan: non occorrono minuti confronti per convincersi di ciò. Solamente la pianta del Reinke sembra esser contraddistinta da una fronda perfettamente monostromatica, e questo basta per considerarla come specificamente diversa dall'Alga descritta dai signori Crouan.

È ovvio il dire come i supposti rapporti del genere *Ulvella* coi *Phyllactidium* non hanno una base sicura. Anzitutto occorrerebbe sapere che cosa veramente il Kützing abbia voluto indicare sotto quell'appellativo o meglio col nome di *Phyllactidium arundinaceum*; che

(30). V. p. 1 e seg. di questi *Studi.*

(31) H. Hansgirg: *Algol. u. phys. Stud.* p. 131-133.

se è esatto quanto il De Toni (32) afferma sulle relazioni di questa alga col genere *Phycopeltis* Millard, avremmo un argomento di più in nostro favore per considerare le *Ulvella* di un valore sistematico assai disparato rispetto al *Phyllactidiun arundinaceum* o forme simili; ma di ciò sarà meglio dirlo nello Studio seguente.

Avrei infine da rammentare un altro genere di Alghe verdi col quale il nostro *Protoderma* potrebbe sembrare affine; il *Dermatophyton* che il Peter (33) stabiliva prendendo come tipo un'alga vivente in forma endobiotica sul guscio delle Tartarughe terrestri. Al momento in cui scrivo, non potrei dare alcun giudizio che riferendomi alle indicazioni di quel chiarissimo Autore, secondo le quali parebbe certo che l'accrescimento del tallo si compisse alla maniera caratteristica alle Ulvacee; quello che si sa intorno all'organizzazione del contenuto cellulare, è così scarsa cosa da non potersi nemmeno con sicurezza affermare se quest' Alga debba esser riferita alle dette Ulvacee od alle Croolepidacee, e se delle affinità presenti col genere *Tricophilus* Van Bosse (34), col quale pare offra qualche rassomiglianza circa al caratteristico endobiotismo.

Concludendo, il genere *Protoderma* è uno dei meglio caratterizzati fra le *Ulothrichiales*. Esso forma parte integrante di questo gruppo per la struttura delle cellule provviste di un cromatoforo parietale laminiforme, a pirenoide amilifero, e per la costituzione delle zoospore. I filamenti di *Protoderma* crescono adagiati e aderenti al substrato per tutta la loro lunghezza; ramificati abbondantemente per ripetuta dicotomia e coesi fra loro lateralmente, ne deriva un plesso frondiforme d'apparenza quasi parenchimatosa, specie nelle regioni centrali là dove la coalizione dei rami è più completa e più si accostano le cellule alla forma isodiametrica per successivo incremento e nuove partizioni subite. Più evidente perciò risalta la costituzione fondamentale verso la regione periferica di dette frondi dove la coesione dei filamenti non è così intima e gli articoli sono più lunghi.

---

(32) *Op. cit.* p. 15.

(33) *Ueber eine auf Thieren schmarotzende Alge*, nelle 69. *Versamm. deutsch. Naturf. u. Aerzt.*, 21 Sept. 1886.

(34) WEBER VAN BOSSE: *Ètude sur les Algues parasites des Paresseux* nei *Naturk. Verh.* V, I.

Al genere *Protoderma* si avvicina il genere *Ulvella* Crouan (incl. *Pringsheimia* Reinke) che ne differisce solamente per una maggiore regolarità e omogeneità nella costituzione delle frondi. Cosicchè il *Protoderma viride* si può, secondo io credo, assumere come tipo di un gruppo naturalissimo e ben distinto delle *Ulothrichiales* includente, oltre al genere *Protoderma*, definito e limitato nel senso da me indicato, anche il genere suddetto *Ulvella*.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE.

TAVOLA XXI

Fig. *1.* — Giovine fronda.
» *2.* — La precedente a sviluppo per macrozoospore.
» *3-6.* — Stadi successivi di formazione delle frondi per germinazione delle macrozoospore.
» *7.* — Fronda rudimentale proveniente dalla germinazione di microzoospore non copulate: gli articoli di due ramuli si sono trasformati precocemente in microzoosporangi.
» *8.* — Porzione di una fronda adulta di cui la regione interna è in via di svolgimento in conidi protococcoidei; alcuni di questi svolgonsi in microzoospore.

Ingr. = 300 diam.

TAVOLA XXII

Fig. *9.* — Piccole colonie galleggianti di conidi protococcoidei (*Protococcus protogenitus* auct.).
» *10.* — Colonia a sviluppo tabulare, come elementi involti da gelatina (tipo di *Palmella*); *a*, asteroconidio.
» *11.* — Colonia a sviluppo tabulare a mo' di *Limnodictyon Roemerianum* Ktz., svolgentesi per microzoospore.
» *12.* — Associazione globoide di conidi protococcoidei.
» *13.* — Colonia a mo' di sfera cava procedente dalla precedente associazione.
» *14.* — Frammento di una colonia derivante da dissoluzione delle colonie della precedente figura.
» *15.* — Cumoli irregolari di conidi protococcoidei svolgentisi per microzoospore.

Fig. *16.* — Conidi di 2ª generazione derivati dalla germinazione delle microzoospore della fig. precedente.

» *17.* — Microzoosporangi provenienti dalle colture dei conidi della figura precedente.

» *18-19.* — Fusioni congenite di microzoospore e relativi passaggi allo stato di *Raphidium.*

Ingr. = 300 diam.

TAVOLA XXIII

Fig. *20.* — Fronda normale a svolgimento incipiente del tipo di *Palmella.*

» *21.* — Porzione della medesima di cui alcuni elementi sono in via di sviluppo per microzoospore.

» *22.* — Stadio avanzato delle frondi rappresentate nelle fig. 20-21; gli elementi sono immersi dentro copiosa gelatina e si moltiplicano per microzoospore.

» *23.* — Alcune cellule della figura precedente svolgentisi per microzoospore, fungenti queste di zoogamete.

» *24.* — Stadi diversi di copulazione delle zoogamete.

» *25-26.* — Fasi successive di germinazione delle zigospore.

» *27.* — Microzoospore libere provenienti dalle colonie rappresentate nella fig. 22.

» *28.* Sviluppo delle precedenti in microzoospore di seconda generazione.

» *29.* Svolgimento vegetativo delle microzoospore della fig. 27: ne derivano delle colonie di *Nephrocytium Agardhianum.*

» *30.* — Altra forma di colonia del tipo di *Palmella* a cellule sferoidi piccole.

» *31.* — Porzione di una colonia palmellacea a cellule piccole del tipo di *Nephrocytium* e relative microzoospore.

Ingr. = 300 diam.

TAVOLA XXIV

Fig. *32.* — Cistidi.

» *33.* — Germinazione delle cistidi a svolgimento del tipo di *Palmella.*

» *34.* — Germinazione di cistidi secondo il tipo di *Protococcus.*

Fig. 35. — Asteroconidi provenienti dalle colonie rappresentate nella fig. 10 Tav. XXII.

» *36.* — Asteroconidi allo stato di riposo; *a,* in forma di *Trochiscia acculifera; b,* in forma di *Oocystis ciliata* Lagerh.

» *37.* — Individui della fig. precedente in via di sviluppo vegetativo.

» *38.* — Diverse forme degli individui rappresentati nella fig. 36, *a.*

» *39-40.* — Diverse forme di colonie tetradiche del tipo *Scenedesmus.*

» *41-45.* — Stadi successivi di evoluzione delle colonie precedenti durante le colture.

» *46.* Fase ultima di sviluppo dei precedenti elementi per microzoospore.

Ingr. = 300 diam.

ENTODERMA LAGERH.

Entonema, REINSCH, *Contr. ad Alg. et Fung.* p. 3-7, Tab. I-XII, (ex parte) 1875.
Entocladia REINKE. *Zwei par. Alg.*, in *Bot. Zeitung.* 1879. p. 476.
Entoderma LAGERH, *Bidrag till sveriges Algflora,* p. 74, 1883.
Reinkia, BORZÌ mss. et in DE-TONI *Prospect.* 1889.
Epicladia, REINKE, *Atlas deutsch. Meeresalg,* p. 31, tab. XXIV, 1889.
?Zygomitus, BORN. et FLAH., in *Bull. Soc. bot. franç.,* Tom. XXXVI, 1889.

Io non so, se le forme delle quali è argomento questo studio, convenga meglio il comprenderle sotto la generica denominazione di *Entoderma* seguìta dai più, oppure riferirle al genere *Entonema,* già stabilito dal Reinsch (1). Interessa però per la storia di dette forme il sapere come il Reinsch prendesse a tipo del suo genere delle Alghe marine viventi simbioticamente fra le membrane cellulari e dentro gli spazi intracellulari di varie altre Alghe. Delle diverse specie ascritte a questo gruppo e figurate dall'Autore, parecchie rappresentano delle forme endobiotiche od epifitiche del genere *Ectocarpus* (2). Per mezzo di adequati raffronti si potrà forse determinare in qual grado queste ultime

(1) P. REINSCH, *Contrib. ad Alg. et Fung.*, p. 3-7, tab. I-XII.

(2) È noto come molte specie di *Ectocarpus* si associno frequentemente ad altre forme superiori di Alghe marine invadendone le pareti in tutta la spessezza coi loro filamenti serpeggianti ed irregolarmente ramificati. Mentre presso alcune specie questa particolarità sembra un fatto per lo meno accidentale, in altre (p. e. *Ect. reptans* Crouan, *E. investiens* Hauck etc.) apparisce una condizione del tutto normale; il che attenua sempre più il valore del genere *Entonema* stabilito dal REINSCH.

differiscano da altre forme già note, se pure non sieno da riferirsi addirittura al sottogenere *Herponema*, oppure da considerarsi quali stati di svolgimento di altre note Ectocarpee e simili (3). Altre specie invece appariscono ben differenti, e tenendo conto delle indicazioni dell'Autore e più che mai dei disegni annessi, rimane certo che il Reinsch abbia altresì incluso nel suo genere *Entonema* delle forme di disparatissimo valore sistematico in confronto alle precedenti. Questa convinzione si acquista gettando uno sguardo alle fig. 1 *a* e *b*, e 2 *a, b, c* e *d* della Tav. XI e fig. 2 *a, b* e *c* della Tav. XII, dove veggonsi rappresentate delle Confervoidee, endo- oepifitiche, a filamenti irregolarmente ramificati e di cui alcune cellule appariscono fungenti da zoosporangi nella maniera propria alle vere Cloroficee. Precisamente tali forme sono state indicate dal Reinsch col nome di *E. Pycnomonæ* (4), *E. subcorticale* (forma) e *E. heteromorphum*. Molto probabilmente al novero di tali forme vanno anche riferite quelle rappresentate nella Tav. III, III^a fig. 2 e V, sebbene figurate allo stato sterile. Non discuterò il valore specifico di cosiffatte forme mancando un fondamento sicuro nelle indicazioni del chiarissimo Autore. Quello che più tosto mi preme di rilevare è che nell'insieme esse costituiscono un distinto tipo generico riferibile alle Cloroficee rappresentato da forme dal tipo ulotrichiaceo a filamenti ramificati e viventi endobioticamente od in forma epifitica sul corpo di varie altre alghe maggiori.

Così definito il genere *Entonema* del Reinsch, non resta eliminato il dubbio che già al Kützing fossero note quelle forme e che talune di esse sieno state descritte da quell'eminente algologo sotto il nome di *Periphlegmatium* (5). Questa opinione, sostenuta dall'Hansgirg (6), è contraddetta da altri pei quali il genere *Periphlegmatium* rappresenterebbe, tutto al più, degli stadi germinativi di alcune Feoficee (7).

(3) Ad avvalorare sempre più questa mia veduta si noti che di poche forme riferite dal Reinsch al suo genere si trovano rappresentate nelle tavole della citata opera le fruttificazioni, onde resterebbe il dubbio che alcune di esse sieno dei veri *Ectocarpus*, oppure dei semplici filamenti sterili di altri generi di Melanoficee.

(4) Meglio *E. Pycnocomæ*.

(5) *Phyc. gen.* pag. 273, Tab. VII, fig. 3.

(6) In *Flora*, n. 33.

(7) Wille, in *Natürl. Pflanzenfam.* di Engler et Prantl, pag. 10! (1890).

La incertezza delle indicazioni da una parte, e le ragioni di priorità dall'altra, consigliano di sostituire a siffatta denominazione, come alle altre note e di più recente data (*Entocladia* Reinke, *Reinkia* Borzì) lo appellativo di *Entoderma* proposto dal Lagerheim nel 1883 (8). Seguendo tale opinione esporrò nelle pagine seguenti i risultamenti di varie ricerche sullo svolgimento di qualche forma spettante al genere *Entoderma* e segnatamente dell'*E. viride*, che è la specie più diffusa. Tale argomento non parmi privo d'importanza stante le manchevoli cognizioni che si hanno in proposito: la bibliografia relativa non contiene che assai scarse notizie e non sufficientemente chiarite rimangono le affinità di questo genere (9).

L'*Entoderma viride* va segnalato come una Cloroficea delle più diffuse della flora marina. Si rinviene abbondantemente in tutte le stagioni dell'anno e ad ogni epoca compie regolarmente il suo sviluppo senza che esso venga modificato da ragioni di temperatura o di stazione. Cresce, com'è noto, sul corpo di moltissime alghe; tanto le Floridee e le Feoficee, quanto le Cloroficee dalle dimensioni più vistose, formano l'ordinario substrato di essa mostrando un grande potere di adattamento alle diverse condizioni fisiche del substrato stesso. Così, laddove le membrane dell'Alga che le serve da matrice, offrono una consistenza assai debole, quasi a dirittura gelatinosa, i filamenti di *Entoderma* si diffondono in tutte le direzioni, penetrano all'interno di essa matrice, seguendo d'ordinario la via delle pareti stesse e gli spazi intracellulari e schivando costantemente il corpo plasmatico delle cellule. Questa circostanza è caratteristica altresì di tutte le altre forme di Cloroficee endobiotiche, p. e. *Ochlochæte, Bolbocoleon, Acrochæte* e non manca di avere il suo particolare significato fisiologico. Altre volte i fili di *Entoderma* non si allontanano dalla superficie del substrato su cui si estendono in ogni verso, serpeggianti e formando frequenti anastomosi. In tali condizioni si riscontrano molto spesso sulle *Cladophora, Chætomorpha, Ulva, Bryopsis* ecc.

Il vario potere di adattabilità dell'Alga alle differenti condizioni

---

(8) G. Lagerheim, Bidrag till sveriges Algflora, p. 74, 1883.

(9) Cfr. J. Reinke, in *Bot. Zeit.*, 1879, pag. 476; A. Hansgirg, l. c.; N. Wille, *Om en ny entophyt. Alg.* pag. 3, tab. I.

del substrato è meglio confermato dalla circostanza che i filamenti di essa possono egualmente crescere e diffondersi sopra corpi di natura affatto minerale. A tal proposito l'*Entoderma viride* si comporta come varie altre alghe *perforanti*. Le valve calcaree di molte conchiglie marine offrono infatti spesso alla superficie una debole colorazione verdastra dovuta a una complicata anastomosi di fili repenti di *Entoderma*, di cui talune ramificazioni penetrano dentro la materia della valva, formando fino ad una certa profondità una irregolare reticolazione; di che ci si può agevolmente assicurare mediante il miscuglio macerante del Pérényi secondo le indicazioni del Bornet e Flahault (10). Io non saprei con certezza affermare se il caso da me segnalato non trovi alcun riscontro nella letteratura algologica. Qualche indizio di analoghi filamenti perforanti e che in moltissime particolarità rammentano il nostro *Endoderma*, non manca nel citato lavoro di questi due ultimi botanici. Se le indicazioni dei chiari Autori intorno al *Zygomitus reticulatus* fossero più complete, potremmo con maggior sicurtà mettere in rilievo la grande somiglianza di quest'Alga collo stesso *Endoderma*, imperocchè la estrema irregolarità dei filamenti e le frequenti coalizioni che subiscono, non escludono il dubbio che le formazioni parenchimatose descritte e figurate dai signori Bornet e Flahault nel *Zygomitus* possano pure prendere talora origine nella pianta di cui ci occupiamo. Più sicuri confronti possiamo invece stabilire con un'alga descritta di recente dal Reinke (11) col nome di *Epicladia Frustræ*. Il chiarissimo Autore è pure della opinione che la sua pianta sia molto affine all'*Entoderma viride* ed io credo che le differenze indicate sieno di un valore troppo esiguo per non riconoscervi una completa identità.

L'*Ent. viride* non manca alla flora algologica delle acque dolci, imperocchè l'*E. gracile* De Toni, rinvenuto dall'Hansgirg (12) sulla *Cladophora fracta* negli stagni presso Praga e da questo algologo descritta come specie distinta sotto il nome di *Entocladia gracilis*

---

(10) Bornet et Flahault, *sur quelques plantes vivant dans le test calcaire des Mollusques*, nel *Bull. d. l. Soc. bot. d. France*, Tom. XXXVI, 1889.

(11) J. Reinke, *Atlas deutscher Meeresalgen*, Berlin 1889, pag. 31, Tav. 24, fig. 4-9.

(12) In *Flora*, 1888, n. 3, Tab. XII, fig. 6-15.

non è che tutto al più una varietà locale insignificantissima dell'Alga di cui discorriamo. Io stesso ho raccolto questa stessa forma sulla *Cladophora glomerata* e sopra una *Chætomorpha* d'acqua dolce nei dintorni di Messina e nell'acquario dell'Orto botanico.

Dentro i limiti di un'area di diffusione così vasta l'*Ent. viride* conserva inalterati i suoi caratteri fondamentali, cioè, il tallo consta di filamenti dal tipo ulotrichiaceo, irregolarmente ramificati, di cui ogni articolo, senza subire la benchè minima trasformazione, può assumere la funzione riproduttiva.

Gli Autori hanno diffusamente descritto l'Alga allo stadio vegetativo. Aggiungerò solo qualche nuovo piccolo dettaglio morfologico.

I filamenti di *Entoderma* crescono serpeggianti e tenacemente adesi al substrato. Si può con tutta certezza stabilire che l'adesione ha luogo per intermediario di una tenuissima secrezione gelatinosa almeno quando trattasi di talli epifitici. A quanto pare sono gli strati esteriori delle membrane cellulari che si sciolgono in gelatina, la quale sovente costituisce una sorta di gelatina mediocremente spessa. In individui crescenti sopra i filamenti di una *Chætomorpha* di acqua dolce ho notato come detta guaina sia rivestita da uno spesso indumento di materia ferruginosa alla maniera degli stipiti delle *Characiopsis*, dei *Characium* e di altre Alghe verdi (13), così come può dedursi in seguito a trattamento col cianuro di ferro potassico o col solfo-cianato potassico.

Nel modo di ramificazione i filamenti seguono norme assai variabili. Nelle forme epifitiche i ramuli giacciono sempre sopra un medesimo piano e vi si stendono alla maniera dei fili di *Protoderma* mantenendosi costantemente adesi al substrato. Laddove i ramuli penetrano attraverso le membrane cellulari di alcune grosse alghe, la direzione di essi è variabilissima, cioè, essa è determinata da quella stessa delle membrane medesime, che vengono attraversate nel vario loro percorso senza che avvenga alcuna deviazione. Non rimane alcun dubbio sulla circostanza che il contenuto protoplasmatico attivo dell'organismo che serve all'Alga di appoggio, costituisca un veicolo affatto sfavorevole alla diffusione dei filamenti.

---

(13) V. a pag. 156 di questi *Studi*.

I ramuli si formano lungo i lati delle cellule ora isolati ora a coppie senza alcun ordine. Anche senza alcun ordine segue la ulteriore divisione dei ramuli già formati. Variabilissimo è pure il grado di frequenza delle ramificazioni. In generale predomina nei fili l'accrescimento apicale e gli articoli terminali veggonsi esili e conici. Qua e là però intervengono delle divisioni intercalari con piani di scissione rivolti in differenti direzioni: così le frondi raggiungono un'estrema complicazione. Nascendo più ramuli in uno spazio molto ristretto ne derivano delle formazioni pseudoparenchimatose, almeno parzialmente, per coalizione longitudinale di filamenti di differente ordine. Casi di questo genere sono stati segnalati frequentemente: la forma descritta dal Reinke col nome di *Epicladia Frustræ* ne porge un esempio.

Molto variabile è la lunghezza delle cellule considerate anche in uno stesso ramulo: secondo le condizioni di vegetazione, il diametro longitudinale può raggiungere un massimo di 40 micr. Sopra un minimo di 6 micr. Varia altresì la larghezza da 2 a 10 micr. La costituzione di specie fondate sul criterio esclusivo delle dimensioni degli elementi non ha alcuna base sicura: così è che l'*Ent. Wittrocki* Wille e l'*Ent. gracile* Hansg sono forme di nessun valore sistematico.

In tutti i particolari più minuti di struttura le cellule di *Entoderma viride* non differiscono menomamente da quelle di *Protoderma*. L'unico cromatoforo contenuto nei singoli articoli è parimenti in forma di un'ampia placca parietale aperta longitudinalmante da un lato, a margini irregolarmente sinuosi o dentellati. Verso il mezzo si distingue per ordinario un pirenoide a indumento amilifero, e lateralmente a questo, verso il centro della cellula, un esiguo nucleo.

Intorno allo sviluppo dell'*Ent. viride* le mie ricerche confermano ed in gran parte completano le osservazioni di Hansgirg (14). Esso segue in generale nella maniera caratteristica alle *Ulothrix*.

Dirò anzitutto della moltiplicazione agamica. Essa effettuasi in due modi; cioè per zoospore (macrozoospore) e per conidi protococcoidei.

Col nome di zoospore vanno indicati dei germi prodotti in numero

(14) *l. c.*

relativamente piccolo all'interno dei singoli articoli vegetativi e forniti costantemente di 4 ciglia. Questa forma di riproduzione non è stata osservata dall'Hansgirg, essa esiste anche presso le forme di acqua dolce. È da notare peraltro la circostanza che non tutti gli individui sembrano capaci di svolgersi per mezzo di germi di tal sorta; anzi parrebbe generale il fatto che soltanto alcuni di essi producano esclusivamente delle zoospore e che parecchie generazioni di dette forme si ripetano prima che prendano origine delle nuove a sviluppo sessuale. I rapporti esistenti tra le due maniere di generazione sono stati da me posti chiaramente in rilievo mediante una serie di lunghe ricerche. I risultati, come si vedrà, sono molto istruttivi dal punto di vista fisiologico.

Tav. X

Fig. 4

Le cellule vegetative, senza subire alcun apparente cambiamento nella forma esteriore, divengono degli zoosporangi. Il contenuto si divide in 2, raramente in 4 parti, oppure resta affatto indiviso, ma si organizza tosto in unica massa, come nel caso della formazione delle (macro)zoospore della *Hormiscia zonata* giusta le ricerche di Dodel-Porta (15). Ne derivano immediatamente altrettante zoospore. La parete della cellula madre si scioglie lentamente da un lato, e i germi vengono messi in libertà. A quanto pare essi mancano di un comune inviluppo gelatinoso, od almeno esso è così tenue e trasparente da sfuggire alla osservazione.

Le zoospore sono di forma ovale, con un rostro jalino più o meno corto; possiedono un ocello rossiccio, 4 ciglia delicatissime, e un ampio cromatoforo parietale aperto sul lato prospiciente al rostro; distinto risalta il pirenoide. Misurano una lunghezza di 7–10 μ. sopra una larghezza di 4–8 μ.

Fig. 4.

Il moto rapidissimo, vorticoso delle zoospore dura tutto al più un'ora; si arresta quando le zoospore stesse sono pervenute in contatto ad un substrato solido. Nei miei acquari ne ho raccolte numerose allo stato d'inerzia e in via di svolgimento anche sulle stesse pareti del recipiente. Un confronto fra la maniera di sviluppo di queste ultime con quella delle altre germinanti in contatto al corpo di una *Cladophora* è molto istruttivo.

---

(15) Nei PRINGSHEIM'S *Jahrb. f. wiss. Bot.* Bd. X, p. 417-550, con 8 tav.

XV. Dai primi germi deriva un filamento ad articoli molto lunghi e gracili, a scarse ramificazioni laterali. In complesso gli individui, così generati, presentano un abito ben differente da quelli normali crescenti sul corpo delle *Cladophora;* somigliano tanto strettamente ad individui di *Chloroclonium elongatum* che lungamente mi è rimasto qualche dubbio sul valore sistematico di quest'ultima forma. Per quanto lo sviluppo vegetativo non fosse di gran lunga rigoglioso, ho notato come essi individui fossero suscettivi di svolgersi per nuovi germi mobili e segnatamente per mezzo di piccole zoospore del tipo di quelle che, secondo me, contraddistinguono la fase sessuale dell'Alga di cui si tratta. Le mie osservazioni si sono arrestate a questa seconda fase; non potrei quindi con certezza affermare che l'Alga sia anche suscettiva di svolgimento indipendente dal particolare substrato che l'è proprio. Tuttavia quelle poche ricerche darebbero qualche indizio di queste possibilità.

8-10. Germinando le zoospore in contatto al corpo, p. e., di una *Cladophora, Chaetomorpha* e simili, ne deriva in breve un esile filamento tratto tratto septato, qua e là ramificato nel modo come dianzi si disse. Sonvi però due casi da notare: o il giovine filamento resta fin da principio adagiato sulla superficie esterna delle pareti cellulari della sottoposta alga, senza mai allontanarvisi; oppure penetra di buon'ora nello spessore di queste. É impossibile il precisare quali condizioni determinano queste due maniere differenti di comportarsi dei germi, imperocchè sonvi dei casi in cui il fatto sembra del tutto indipendente dalle proprietà fisiche delle pareti medesime. Nè è possibile rinvenire delle differenze esteriori fra zoospore penetranti e quelle di cui lo svolgimento si compie alla superficie. Differenze si notano soltanto al momento in cui comincia la germinazione. Di fatti, le zoospore destinate a penetrare attraverso lo spessore della membrana cellulare, venute in contatto con quest'ultima mediante la estremità rostrale, danno luogo alla formazione di una sorta di sperone ialino più o meno valido, il quale serve ad affiggere e ad aprire una via al germe attraverso gli strati cellulosici della membrana, organo del quale esiste frequente riscontro in tutte le zoospore germinanti di molte altre Clorofícee endobiotiche. Detta formazione procede direttamente da trasformazione del rostro della zoospora: non contiene perciò traccia di clorofilla ed è formata di una sostanza pari a consistente gelatina.

Un'altra forma di riproduzione agamica è quella per dissoluzione degli articoli in elementi protococcoidei. Stando alle mie osservazioni, questa maniera di sviluppo è meno frequente della prima. Il processo comincia dalle regioni interno di ogni tallo; mano mano la trasformazione procede verso gli apici dei ramuli. Quando ciò avviene, gli articoli soggiacciono a divisioni che si ripetono secondo differenti direzioni; gli elementi filiali assumono ben tosto una forma pressochè sferica. Così nascono dei cumoli irregolari che frequentemente si osservano dispersi sul corpo delle *Cladophora*, ecc. al posto di prima occupato da talli filamentosi di *E. viride*, oppure annidati dentro lo spessore dalle membrane, provocandovi in quest'ultimo caso delle irregolari escrescenze. Seguitando i detti cumoli ad aumentare di mole, gli strati esteriori della membrana che li racchiude, si lacerano e dissolvonsi.

Tav. XV Fig. 5.

È molto probabile che da siffatte cellule isolate proceda direttamente la costituzione di nuove frondi vegetative. Ho osservato taluni casi d'incipiente germinazione di detti elementi in contatto al corpo di una *Cladophora*. Molto spesso essi conidi si traformano in cistidi oppure in zoogametangi. Ho raccolto dalle cistidi sul fondo dei recipienti contenenti la *Cladophora;* ne ho notato pure sul corpo di quest'ultima alga fra mezzo ai sopraddescritti cumoli. Esse cistidi non presentano nulla di caratteristico che una parete mediocremente spessa e rigida ed un contenuto ricco di granulazioni amilacee.

Le cistidi si comportano come le cellule vegetative; dalla germinazione di esse procedono, cioè, direttamente nuove frondi, oppure dànno luogo a zoogamete.

Oltre alle sopraddescritte zoospore a 4 ciglia si osservano dei germi mobili a due ciglia, in generale alquanto più piccoli dei precedenti. Dagli Autori e segnatamente dall'Hansgirg (16) che, se non erro, è stato il primo ad indicarli e a descriverli in maniera precisa, è stata a quest'ultima forma di zoospore attribuito il solo ed esclusivo ufficio di provvedere alla riproduzione agamica dell'organismo. Ma ciò non è infatti esatto. A questo riguardo l'*Ent. viride* si comporta come moltissime altre alghe e Tallofite in genere, dove le cellule sessuali

Fig. 2-

---

(16) *l. c.*

XV. . 2-3

conservano la facoltà di svolgersi senza la necessità di un atto copulativo. E di fatti se noi seguiamo lo svolgimento di detti germi rileveremo le seguenti importanti particolarità.

Sia che provengano da cistidi o da conidi protococcoidei, sia che si formino all'interno degli articoli vegetativi, affatto immutati, le zoogamete hanno identica forma e la stessa costituzione: sono ovali, con un breve rostro ialino, a cui si attaccano due esili ciglia; vi si distingue un ocello rossigno e il cromatoforo è provvisto di un distinto pirenoide a indumento amilaceo. Le dimensioni in lunghezza variano da 2 a 4 μ.; sono perciò d'ordinario alquanto più piccole delle zoospore. In generale le zoogamete vengono generate in numero di 8 o 16 all'interno delle relative cellule madri e vengono messe in libertà nella stessa maniera come le zoospore.

. 7.

Le zoogamete si raccolgono in grande quantità sulle pareti del recipiente dal lato più esposto alla luce. Trasportate in una gocciola d'acqua alcune, arrestato il movimento, germinano immediatamente e si svolgono in esili filamenti i quali qualche volta presentano traccie di ramificazioni. Identici filamenti si osservano sul corpo delle *Cladophora* contenute negl'acquari e limitati alla sola superficie. In tali casi lo sviluppo dell'alga pare si arresti prestissimo e le cellule si osservano in atto a dar luogo ad una nuova generazione di germi mobili prima che le ramificazioni abbiano raggiunto la normale estensione e complicazione. Tale circostanza è messa meglio in evidenza dal confronto dello volgimento degli altri germi vaganti nella stessa gocciola di liquido e pervenuti a copulazione. Questa si effettua nei modi ordinari per le estremità rostrali. La zigospora che ne deriva, germina tosto: casi di zigospore ibernanti non sono stati mai da me osservati. La germinazione di dette zigospore segue in contatto al corpo di una *Cladophora* nella maniera stessa delle zoospore e prendono origine delle piantine poderosamente sviluppate, ad abbondanti ramuli, e suscettive di svolgimento completo pari a quello di cui ci siamo occupati.

7.

Da tali fatti resterebbe in maniera evidente confermato il principio che la riproduzione sessuale offre il vantaggio di rinnovare l'organismo, rinvigorirlo, ricondurre le fasi di sua esistenza a perfetta integrità.

Tenendo conto dei dati suesposti lo sviluppo dell' *Ent. viride* presenta le maggiori analogie con quello della *Hormiscia zonata* (17). Anche presso questa pianta infatti i germi agamici hanno i caratteri di zoospore a 4 ciglia e le zoogamete a 2 ciglia sono suscettive di svilupparsi senza la necessità di un atto copulativo. Se l'alga nostra non fosse ramificata, avremmo una perfetta identità, poichè egualmente identica costituzione possiedono le cellule. Se noi comprendessimo nei nostri confronti altre Ulotrichiacee, troveremmo da estendere e graduare coteste analogie; ma di ciò si dirà meglio nello studio che segue.

---

(17) Cfr. Dodel, *l. c.*

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XV.

Fig. *1.* — Piccole frondi annidanti dentro le pareti cellulari di una *Cladophora*.
» *2-3.* — Le medesime svolgentisi per zoogamete (microzoospore): *z*, zoogamete libere.
» *4.* — Porzione di una fronda a sviluppo per zoospore (macrozoospore).
» *5.* — Porzione di una fronda a sviluppo per conidi protococcoidei.
» *6.* — Questi ultimi svolgentisi in zoogamete.
» *7.* — Stadi di copulazione delle zoogamete.
» *8-10.* — Diversi stadi di germinazione delle zoospore.

Ingr. $\frac{360}{1}$

CHLOROCLONIUM gen. nov.

Thallus endophyticus in nonnullarum algarum muco vigens, e filamentis alterne v. irregulariter ramosis, articulatis, constitutus; ramuli divaricati vel patentes, vegetatione terminali præditi; articuli vegetativi plus minus elongato-cylindracei, chromatophoro parietali, laminæformi, margine irregulariter sinuoso- vel laciniato-substellato et pyrenoide centrali amylifero instructo. Ramulorum cellulæ terminales, subimmutatæ, in zoosporangia evolutæ et zoosporas 4-8, raro 2, cytioplasmatis divisione succedanea. foventes; zoosporæ ovales, ciliis binis ocelloque laterale rubro præditæ, motu sedato, mox germinantes et novos thallos ferentes. Filamentorum cellulæ steriles, modo membrana sat crassa, firma, cinctæ et in hypnosporas (cystides) transmutatæ, modo in statum monocellularem transeuntes et gonidia immobilia, globosa, segregata, aut familias protococciformes v. palmelloideas efformantes. Gonidiorum generationes indefinitæ, cytioplasmatis divisione repetite binaria ad tres directiones alternante zoosporarumque ope sese augentes. Zoosporæ 4–8–16–32 intra gonidia ultimæ generationis ortæ, interdum zoogametis fungentes et post copulationem in zygosporas evolutæ. Zygosporarum evolutio adhuc ignota.

1. **Chl. elongatum** n. sp. — C. filamentis late diffusis, ramis patentibus v. divaricatis valde elongatis, articulis diametro 2–4-plo, raro

pluries, longioribus, ad 8-12 μ. crassis; zoosporangiis solitariis v. bi-pauciseriatis ad apices ramulorum.

Hab. in gelatina Porphyridii cruenti, Palmogloeae sp. et Phoeococci Clementi, *in Sicilia pr. Messanam et in Etruria circa Montecatini.*

2. **Chl. glœophilum** n. sp. — C. filamentis late diffusis, ramulis sparsis, longissimis, gracillimis; articulis diametro 4-8-plo longioribus, ad 4-5 μ. crassis; zoosporangiis multiseriatis ad apices ramulorum.

Hab. in muco Tetrasporæ lubricæ *in Zafferia prope Messanam.*

3. **Chl. parvulum** n. sp. — C. filamentis cæspitoso-congestis, ramulis patentibus, brevissimis, articulis diametro 2-3-plo longioribus, ad 4 μ. latis; zoosporangiis multiseriatis ad apices ramulorum.

Hab. intra vaginam Rivulariae sp. et Phoeococci Clementi *ad balnea Montecatini* (Etruriæ).

I.

. XXV.

ig. 1.

La necessità di costituire il nuovo genere *Chlorocloniun* veniva da me riconosciuta in occasione allo studio di alcune forme di Ulotrichiacee a filamenti ramificati irregolarmente alla pari del genere precedente. Ma mentre nel caso delle forme di *Entoderma* tutti gli articoli vegetativi indifferentemente sono suscettivi di assumere l'ufficio di zoosporangi, presso le specie del genere *Chlorocloniun* notasi una marcata differenza tra la regione vegetante della fronda e quella destinata alla riproduzione. Tuttavia, biologicamente considerato, il nuovo genere rimane intimamente collegato al precedente. E di fatto, le forme che vi spettano, sono anzitutto contraddistinte da uno speciale endofitismo e del quale val la pena spender qualche parola.

L'endobiosi del *Chlorocloniun elongatum* consiste in ciò, che i filamenti di quest'Alga crescono costantemente immersi dentro le produzioni gelatinose di talune altre Alghe. In tali condizioni ho rinvenuto questa specie per la prima volta associata al *Porphyridium cruentum*; più tardi mi veniva fatto di trovarla fra mezzo a colonie

Tav. XXV-X

di *Phoeococcus Clementi* ed all'interno della gelatina di una specie di *Palmogloea*.

Fig. 1.

In tutti i casi i filamenti si stendono considerevolmente in lunghezza provvisti di articoli molto lunghi e gracili e continui. Il più delle volte gli articoli misurano una lunghezza 10 volte maggiore della larghezza. Hanno una parete sottilissima e trasparente; il contenuto è parimente diafano e d'apparenza acquosa, salvo la parte occupata dal cromatoforo. Questo è al solito situato alla periferia del corpo protoplasmatico, e non riveste che una piccola parte laterale dello stesso a mo' di placca. Il contorno di questa si presenta irregolarmente lobato. I lobi divengono lunghi ed angusti nella direzione longitudinale della cellula; più corti e larghi in quella laterale. In complesso i cromatofori avrebbero una forma stellata, a lacinie irregolari, di cui la lunghezza sta in relazione coll'asse incrementale della cellula. Questo tipo di forma è assai diffuso fra le Ulotrichiacee e raggiunge il suo più perfetto sviluppo, non solo presso questo genere, ma altresì nei generi *Chætophora, Stigeoclonium* e simili.

Ogni cromatoforo è provvisto nel suo centro di un pirenoide ad indumento amilaceo; qualche volta di 2-4 pirenoidi situati quasi ad eguale distanza. Ogni pirenoide presenta un contorno che si direbbe pentagonale o di esagono; il rivestimento di materia amilacea tende a rendere meno evidente siffatta forma, che però in tutti casi risalta quando si tratta la cellula col liquido del Kleinenberg. I caratteri subcristallini del pirenoide parrebbero confermati da siffatte osservazioni, le quali certo avvaloravano vieppiù l'opinione dello Schimper (1). I pirenoidi dei cromatofori di *Chl. elongatum* porgono inoltre la più evidente conferma del fatto riferito da questo egregio botanico circa all'origine di detti organi per seguìto processo d'innovazione. Ho voluto approfondire siffatta quistione col raccogliere in proposito alcuni dati offrendo l'Alga, di cui discorriamo, opportunissimo materiale di ricerca. Come rilevasi infatti dalla figura citata, nell'atto in cui un cromatoforo cresce d'ampiezza in corrispondenza al sempre crescente volume della cellula, aumenta altresì il numero dei pirenoidi. L'unico pirenoide originario persiste nel centro; l'accrescimento del cro-

---

1) Negli *Jahrb. f. wiss. Bot.* di N. Pringsheim, XVI, fas. 1, 2.

matoforo, seguendo per due opposte direzioni, cioè, nel senso della lunghezza della cellula, i nuovi pirenoidi si formano al di là dal centro, presso a poco nei punti mediani delle due porzioni, inferiore e superiore, del cromatoforo. Così possono prendere origine in uno stesso cromatoforo e in tempi diversi, da uno sino a 4 nuovi pirenoidi, che si osservano in generale allineati in serie e situati quasi ad eguali intervalli. I pirenoidi maggiormente distanti dal centro sono quelli di più recente formazione; inoltre le loro differenze di età ci sono indicate dal differente loro volume, in quanto che quelli più giovani e nascenti sono molto piccoli e soltanto visibili mercè l'impiego dell'acqua jodata o della soluzione alcoolica di acido picrico. Non resta perciò alcun dubbio che i pirenoidi traggano la loro origine per effetto di un vero processo di neoformazione. Casi di bipartizione, quali sono stati descritti in altre Alghe dallo Schmitz (2), non si osservano giammai. La moltiplicazione dei pirenoidi precede sempre la bipartizione del cromatoforo; compiuta la quale, il pirenoide rimane a formar parte integrale di una qualunque delle due porzioni nuove del cromatoforo.

Ho creduto utile insistere su tali particolarità giovando esse a gettare un po' più di luce sopra una questione tuttora degna di studio.

La formazione di laterali ramificazioni non presenta nulla di anormale: essa segue con ordine alterno verso tutte le direzioni come nel caso dell'*Entoderma viride*. I ramuli sono di differente lunghezza e poco diversi tra di loro. S'inseriscono qnalche volta al filamento d'ordine precedente mediante un articolo di cui la cavità continuasi in parte con quella della cellula dalla quale provengono, nel modo così come vedesi nei ramuli di *Microthamnion Kuetzingianum* Näg.

Quanto allo sviluppo del *Chlorocloniuim elongatum* poco mi resta da dire poichè esso non differisce gran fatto da quello caratteristico alle altre Ulotrichiacee. Più precisamente detta Alga si comporta pressochè nella stessa guisa come gli *Entoderma*, i *Ctenocladus* (3) e i *Chlorotylium* (4). In particolare il ciclo evolutivo si compendia

---

2) *Die Chromatophoren der Algen*, Bonn 1882.

3) Vedi a pag. 156 di questi *Studi*.

4) Reinke, in *Bot. Zeit.* 1879, pag. 479 in nota.

in due grandi periodi. Nel primo l'alga persisto allo stato confervoideo; i ramuli si accrescono regolarmente nella maniera suddescritta e, compiuto l'accrescimento vegetativo, nuovi individui hanno origine col concorso di zoospore (macrozoospore). Le generazioni di detti individui si succedono indefinitamente. Tav. XXV.

La seconda forma di sviluppo è caratterizzata da una differente maniera di svolgimento vegetativo, secondo la quale gli articoli cessano di accrescersi in ramuli, varia la direzione primitiva dei piani di scissione delle cellule e queste, isolate, vanno a costituire delle associazioni del tipo di *Protococcus, Palmella* ecc. Questa forma evolutiva tende a perpetuarsi e a conservarsi indefinitivamente per scissiparità e col concorso di germi mobili. Questi ultimi possono assumere l'ufficio di zoogamete, in modo che la fase di cui discorriamo, ha un significato fisiologico ben importante: essa rappresenta uno stadio sessuale e giova a rinnovare e ricondurre l'organismo alle condizioni di sviluppo primitive.

Dette fasi si succedono con regolare alternanza. Ciascuna di esse può conservarsi e ripetersi indefinitamente, oppure può seguire una temporanea sospensione di sviluppo influendo particolari condizioni ambienti. In quest'ultimo caso è affidata ad organi ibernanti particolari la conservazione dell'organismo.

II.

Nel genere *Chloroclonium*, cessando l'allungamento dei ramuli, le cellule terminali di questi assumono l'ufficio di zoosporangi: evvi quindi una completa differenza del corpo vegetante in parti destinate alla riproduzione da quelle che giovano al lavoro nutritizio.

Nel *Chl. elongatum* le due ultime cellule terminali, o quella ultima soltanto, divengono cellule madri degli zoosporangi. Sovente questi procedono dalla completa trasformazione di uno stesso ramulo; in quest'ultimo caso il ramulo consta di uno o di due articoli solamente.

Nel *Chl. parvulum* alla formazione degli zoosporangi prendono parte più di 2 cellule di uno stesso ramulo.

In qualsiasi caso la formazione degli zoosporangi comincia dagli

-XXVI. articoli del sommo apice dei filamenti. Dette cellule direttamente, oppure per avvenuta segmentazione transversale, divengono cellule madri di zoospore. Tale processo non è seguìto da alcun cambiamento nella forma; soltanto in confronto agli articoli vegetativi dette cellule presentano minore lunghezza.

Gli articoli vegetativi rimasti sterili, si allungano alquanto, il protoplasma sparisce e poi anche a poco a poco vien meno ogni traccia di cromatoforo; in ultimo vuotansi completamente e costituiscono un sistema di filamenti jalini delicatissimi e variamente serpeggianti sul substrato.

25. Nel *Chl. parvulum*, essendo il tallo ridotto ad esigue proporzioni, pochi sono relativamente gli articoli rimasti allo stato sterile.

2. Gli zoosporangi maturi presentano una parete esile ma distinta. Per via della grande copia di granulazioni protoplasmatiche il contenuto apparisce costituito da una sostanza finamente granellosa e verde. Il pirenoide scompare al momento della formazione delle zoospore. Allora il contenuto, per reiterate segmentazioni trasversali, si divide in 2, più spesso, 4 od 8 parti, che divengono altrettante zoospore. Qualche volta hanno altresì luogo delle bipartizioni longitudinali, ed in questo caso lo zoosporangio presenta una forma ovale od ellittica ed un diametro trasversale maggiore di quello degli articoli vegetativi.

3. Normalmente gli zoosporangi si aprono da un lato, per dissoluzione parziale della parete, al momento della uscita delle zoospore; rare volte, in caso di zoosporangi esattamente terminali, la deiscenza ha luogo all'apice. Di un tegumento comune gelatinoso involgente le zoospore di uno stesso zoosporangio manca ogni traccia ed i germi escono alla spicciolata e si spandono nel liquido ambiente con moto rapidissimo. Essi sono ovali, con rostro jalino, breve; possedono due ciglia ed un minutissimo ocello rossigno laterale. In corrispondenza al rostro, più da presso al centro, si nota uno spazio circolare jalino che potrebbe avere il significato di vacuola pulsante. Il cromatoforo conserva nelle zoospore la sua ordinaria posizione laterale e cinge la parete prospiciente all'estremità rostrale protraendosi alquanto lungo i lati in mo' da pigliare una forma profondamente concava. I suoi margini presentano accenni di minuti e irregolari lobetti.

La germinazione delle zoospore non presenta nulla di notevole; essa ha luogo prontamente in acqua comune di fonte e dentro camere umide. Istruttive sono le colture di zoospore in un medium costituito da produzioni gelatinose di altre alghe. A tal uopo mi sono avvalso del substrato offerto da una specie di *Palmogloea*. Di questa Desmidiacea io avevo raccolto nell'inverno del 1886 molti saggi su rupi umide e muscose dei dintorni di Messina. Siffatto materiale, dopo esaminato, venne conservato in laboratorio sotto campane di vetro e favorito da opportune condizioni d'umido, era rimasto per parecchie settimane allo stato di rigogliosa vegetazione: allora mi parve del caso spandervi al di sopra dell'acqua contenente una buona quantità di zoospore di *Chl. elongatum*. La prova è stata seguita da risultati assai soddisfacenti: in capo a una settimana i germi si erano svolti in lunghi filamenti tratto tratto ramificati e del tipo di quelli particolari alla specie di cui ci occupiamo. Sgraziatamente le mie ricerche non poterono essere seguite a lungo a causa del cessato sviluppo della *Palmogloea* e l'avvenuta dissoluzione della gelatina ambiente.

TAV. XX

Fig. 4.

Le colture in grande, in acquari, permettono di concludere che gli individui del tipo confervoideo provenienti dalla germinazione di zoospore sono suscettivi di svolgersi ancora per mezzo di germi mobili identici a quelli già descritti, rinnovandosi in tal guisa l'intiero sviluppo e ripetendosi questo probabilmente per parecchie generazioni fintanto che esso non viene interrotto da sfavorevoli condizioni ambienti. Il che ci è annunziato dalla formazione di cistidi.

Quanto alle cistidi è da notare come tali organi provengano da cellule particolari dei filamenti vegetativi, le quali si scorgono ora isolate od a coppie, ora in parecchie formanti delle serie non interrotte. Detti elementi assumono caratteri proprî quanto a maniera di formazione e struttura e quanto a svolgimento e sono per molti riguardi paragonabili ad identiche formazioni già descritte e figurate da me in altra parte di questi *Studi* a proposito dello sviluppo dello *Ctenocladus circinnatus* (5).

Fig. 5-9.

Le cellule destinate a trasformarsi in cistidi si distinguono di buon'ora dagli articoli vegetativi perchè, mentre questi seguitano ad

(5) V. pag. 42, tav. IV, fig. 11-12, *i*.

XXV. allungarsi per divenire cilindrici, quelle cessano d'accrescersi in lunghezza, assumono a poco a poco una forma ovale o sferoide, s'ingrandiscono a grado a grado, cingendosi di una membrana molto spessa e stratificata concentricamente. Le cistidi mature si isolano dai filamenti vegetativi e passano allo stato ibernante.

9-11. La germinazione di esse segue molto tardi ed è sotto questa forma di sviluppo che principalmente il *Chl. elongatum* si conserva durante il lungo periodo della stagione estiva sotto il clima di Messina.

Durante la germinazione le cistidi si comportano come elementi dal tipo di *Palmella*; più propriamente esse dànno origine a zoospore (microzoospore) nel modo che poi si dirà.

Un'altra forma di sviluppo, che va annoverata a canto a questa or' ora descritta per cistidi, è quella rappresentata dalle figure 12 e 13 della tavola XXVI. In questo caso i filamenti stessi sembrano direttamente fungenti da cistidi senza previa trasformazione degli articoli relativi. Questi vedonsi tutto al più provvisti di una parete alquanto più spessa dell'ordinario, e sono alquanto più corti. Del resto dette formazioni, anche nei casi rarissimi in cui i caratteri esteriori potrebbero farle assimilare alle precedenti cistidi, durante la germinazione si comportano in una maniera del tutto particolare, in quanto che da esse prendono costantemente origine dei filamenti vegetativi normali ed individui del tipo confervoideo.

III.

La dissoluzione degli articoli vegetativi in elementi protococcoidei è una forma di svolgimento procedente quasi di pari passo a quella suddescritta; ma non tutti gli individui mostransi idonei a percorrere questa nuova via di evoluzione. Presso altri invece, mentre gli articoli apicali dei ramuli svolgonsi in zoospore, quelli interni si scindono reiteratamente e rapidamente in elementi sferoidi, che tosto isolansi per costituire dei cumoli irregolari dal tipo di *Protococcus*. In tal guisa riesce agevole il determinare in maniera positiva i rapporti di ambedue le fasi evolutive in cui si compendia l'esistenza di un individuo di *Chlor. elongatum*,

Non ho bisogno d'insistere sulle particolarità di siffatto processo: il fenomeno trova pieno riscontro in moltissime altre Alghe. Dirò brevemente come tutte le differenti forme caratteristiche di questa seconda fase e riscontrate nel corso delle mie ricerche spettano ai due tipi distinti di *Palmella* e di *Protococcus*, secondo lo stato di aggregazione degli elementi e la quantità di gelatina che serve a riunirli.

Tav. XXV

Fig.

Al tipo di *Palmella* vanno riferite tutte quelle forme monocellulari che provengono da elementi a sviluppo temporaneamente sospeso. Contraddistingue, com'è noto, siffatte forme il grado notevole d'ispessimento della membrana cellulare. Questa, durante la germinazione, si distende; i suoi strati divengono più distinti e ne deriva un ampio inviluppo di consistenza gelatinosa per lo più trasparente. Secondo il grado di appariscenza delle stratificazioni e la copia della gelatina le associazioni pigliano i caratteri delle forme descritte coi nomi di *Palmella, Tetraspora, Gloeocystis* ecc. Generalmente questo tipo tende a conservarsi per numero indeterminato di generazioni.

Da filamenti a sviluppo normale non interrotto prendono origine delle forme caratterizzate da minore instabilità delle associazioni e che nei libri descrittivi potrebbero essere ricercate sotto i nomi di *Protococcus, Botryococcus, Cystococcus, Pleurococcus* e simili, mancando presso tutte queste forme degli strati di copiosa gelatina cingente le cellule.

Durante la fase di cui ci occupiamo meritano anzitutto particolare attenzione la forma e la struttura delle cellule, e la maniera di svolgimento che esse seguono. Naturalmente gli elementi isolantisi tendono ad assumere una forma sferoide, la quale può modificarsi secondo il grado delle pressioni laterali subite, o rimanere inalterata se le cellule, per lo interporsi di uno spesso strato di gelatina o per altre cause, rimangono perfettamente distinte. Precisamente questi due casi estremi, legati da infinite transizioni, si osservano presso tutte le forme a sviluppo monocellulare di *Chl. elongatum.* Notasi altresì, ma raramente, la tendenza ad assumere le cellule, completamente isolate, una forma bislunga e questa a persistere alcun tempo; in tali casi gli elementi possedono uno spesso inviluppo gelatinoso.

Il cromatoforo conserva sempre i suoi caratteri fondamentali; la sua forma, essendo influenzata da quella della cellula cui appartiene,

XV-XXVI. esso apparisce a mo' di ampio sacco che riveste e segue il contorno della cavità cellulare restando aperto da un solo lato. L'apertura formata dai margini è più o meno ampia e presenta degli orli sinuosi, rappresentando le sinuosità gli accenni di minute lobulazioni quali poi meglio sviluppate le osserviamo lungo i margini dei cromatofori degli articoli cilindrici della forma a sviluppo confervoideo. L'apertura stessa può alle volte restringersi a tal segno da scomparire interamente. A questo proposito sono degne di nota le relazioni esistenti fra le dimensioni del cromatoforo e il grado d'intensità della luce ambiente. Ho ripetutamente rivolto la mia attenzione a tale argomento anche in occasione allo studio di parecchie altre alghe, ed i dati raccolti all'uopo proverebbero come i cromatofori di cellule esposte all'azione prolungata della luce diretta sogliono restringere il loro perimetro, il quale viceversa cresce di estensione sotto la influenza di debolissima luce. Le scabrosità del substrato, e le variabili accidentalità di esso, influiscono necessariamente sul grado d'intensità luminosa alla quale dovranno trovarsi esposti i diversi individui di una medesima specie e nulla di più istruttivo per rendersi conto di tale azione delle cellule di *Chl. elongatum* dove, per conseguenza del descritto endobiotismo, gli individui trovansi direttamente sottratti all'influenza della luce.

17-19. Allo stato monocellulare gli individui di *Chl. elongatum* moltiplicansi per via di scissiparità e per mezzo di germi mobili. Ambo i due processi possono seguire con regolare alternanza succedendosi così senza interruzione generazioni di individui a sviluppo vegetativo a generazioni con sviluppo per zoospore. Ma ciò non costituisce la regola generale, mentre il caso più frequente è che indeterminato sia il numero delle generazioni a svolgimento vegetativo come del pari indeterminato quello per germi mobili e che presso certi individui la semplice bipartizione vegetativa rappresenti la sola maniera di svolgimento normale che detti individui possiedono, mentre presso altri tale forma evolutiva par manchi affatto e la moltiplicazione sembra compiersi esclusivamente per mezzo di zoospore. Le colture pure di quest'alga e l'osservazione prolungata ci permettono di rintracciare in maniera evidente l'intimo nesso che lega ambo quei due processi di sviluppo. Sulla quale circostanza non è mai troppo l'insistere considerando come i rapporti esistenti fra quelle due forme di svolgi-

mento sieno stati fino ad oggi ritenuti come caratteristica di alcuni importanti gruppi delle Protococcoidee. Tav. XXV

Durante il processo di bipartizione vegetativa notasi in generale come, a lungo andare, gli individui delle ultime generazioni tendano ad assumere a grado a grado delle dimensioni più esigue. Questo fatto trova perfetto riscontro in altri casi di cui ci siamo già occupati nelle pagine precedenti, e può spiegarsi come effetto di un'attività incrementale che man mano tende ad affievolirsi; il che mi convince sempre più che il processo di moltiplicazione scissipara sia molto sfavorevole alla conservazione della specie. Tuttavia è da segnalare nel caso particolare della nostra Alga, come nel corso di generazioni di elementi che vanno sempre più rimpicciolendosi, possono taluni individui riacquistare le primitive maggiori dimensioni. È difficile però il precisare le ragioni di questo fatto; probabilmente trattasi di individuali variazioni. Fig. 10-

L'accennato processo di divisione segue mediante segmentazioni in tutte le direzioni dello spazio, d'onde la costituzione di colonie variamente conformate, ora in forma di cumoli irregolari, ora globoidi o cubiche ecc.

Le zoospore provengono da elementi vegetativi affatto immutati e per divisione del contenuto dei medesimi in 4-8-16-32 parti. Il numero delle zoospore generate da una stessa cellula è ordinariamente in relazione colle dimensioni di essa cellula, tanto che da elementi molto piccoli possono alle volte prendere origine 2 zoospore soltanto. Tuttavia i germi stessi presentano un'estrema variabilità nelle dimensioni loro, potendo essi misurare da 2 fino a 8 micr. di larghezza e 3 fino a 12 micr. in lunghezza. Variabile è altresì la forma da quella ovale, con rostro brevissimo ed ottuso, a quella bislunga o di fuso con rostro gracile e aguzzo. Del resto i germi stessi somigliano completamente a quelli appartenenti alla forma a sviluppo confervoideo sopra descritta.

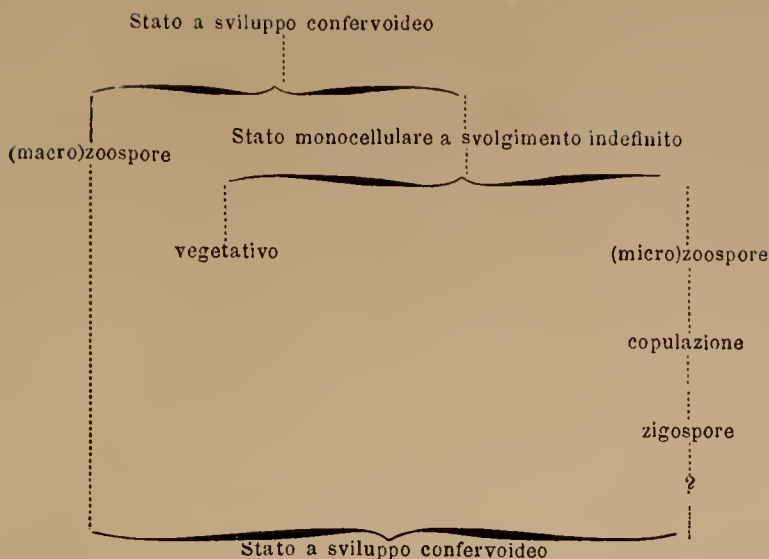
Al momento in cui le zoospore raggiungono il loro completo sviluppo, gli strati esterni delle pareti delle relative cellule madri tendono a sciogliersi: è una soluzione totale che si arresta però agli strati più interni; e ciò in qualunque caso, sia pur lo spessore delle pareti di grado minimo od anche ragguardevole. Conseguentemente gli elementi

incistati, essendo provveduti di una membrana molto spessa, questa, durante la uscita delle zoospore, si gonfia e stendesi in modo da formare all'intorno della cellula un ampio inviluppo trasparente, il più delle volte stratificato in direzione concentrica. Per via di tali disposizioni le pareti delle cellule zoosporifere s'assottigliano considerevolmente; infine si sciogliono da un lato per dar passaggio ai germi. Questi, nell'atto in cui lasciano la cavità dello zoosporangio, veggonsi involti dentro un comune sacco gelatinoso che infine abbandonano e spandonsi nell'acqua.

Il valore fisiologico dei descritti germi è diverso, senza che alcuna differenza di forma, di struttura ecc. si noti in essi. Molti germinano immediatamente e dànno origine a nuove generazioni di elementi a sviluppo vegetativo dal tipo di *Pleurococcus, Palmella* ecc.; altri germinando servono d'inizio ad associazioni a svolgimento per zoospore dal tipo di *Protococcus;* parecchi infine accennano a fenomeni di copulazione che si completano colla costituzione di una zigospora ibernante. In tutti i casi i germi mostransi capaci di sviluppo ulteriore. Il che ci permette di concludere che anche in questo caso del genere *Chloroclonium* non esiste una vera differenziazione sessuale; l'adempimento di così importante funzione è affidato a germi mobili d'indole agamica capaci forse, sotto date condizioni, di copularsi.

Sullo sviluppo ulteriore delle zigospore nulla potrei dire. Questi organi, cinti da una membrana spessa, rigida, liscia sono certo suscettivi di sopportare le sfavorèvoli condizioni dell'ambiente. Esposti a prolungata secchezza resistono inalterati; la cavità si riempie di fitte gocciole oleose, che per effetto di forte insolazione prendono una tinta rossastra. A somiglianza di quanto è stato osservato in altre alghe, è possibile la supposizione che, germinando, le zigospore riconducano l'organismo allo stato primitivo confervoideo. Sicchè questa seconda fase a svolgimento monocellulare del *Chl. elongatum* avrebbe alla fine un limite determinato dall'atto copulativo delle zoospore.

In tal guisa l'intiero ciclo evolutivo di quest'alga potrebbe riassumersi nel seguente schema:

Tav. XXV-

IV.

A compimento delle precedenti notizie debbo in ultimo rammentare alcuni casi di sviluppo anomalo segnalati nel corso delle mie ricerche.

Fig. 17-

Avendo avuto a mia disposizione abbondante materiale io potei istituire numerose colture e per molto tempo seguirne lo sviluppo. Nell'inverno del 1889 in alcuni acquari osservavo associati alle forme di sviluppo sopraddescritte degli elementi riferibili ai noti *Raphidium*. Per mezzo di adequate ricerche mi riuscì allora agevole il determinare in quali rapporti stessero dette cellule col nostro *Chl. elongatum*. Il materiale di coltura era in prevalenza costituito da elementi a sviluppo palmellaceo, parecchi svolgentisi per zoospore. Seguendo queste in tutti i particolari di formazione, esaminandole al momento della uscita e quindi libere nell'acqua, si notavano frequentissimi casi di fusioni congenite identiche a quelle che abbiamo descritto trattando dello sviluppo anomalo di *Protoderma, Prasiola* ecc. Per mezzo di tubetti di vetro aguzzati in punta capillare ad una estremità mi veniva fatto di raccogliere una buona quantità di siffatte formazioni e coltivarle per parecchi giorni sul copri oggetti di una camera umida. Insieme ad esse erano state portate via delle zoospore normali:

-XXVI. i risultati delle colture non potevano essere di più istruttivi, restando così provato che mentre le zoospore isolate svolgevansi in elementi normali protococcoidei, le altre, fuse anormalmente per mezzo delle estremità contrarostrali, davano origine soltanto a cellule di *Raphidium.*

-24. Quanto allo sviluppo ulteriore di quest'ultima forma nulla saprei dire, essendo state le mie ricerche del tutto infruttuose.

V.

Il genere *Chloroclonium* include probabilmente delle forme già note agli autori molto imperfettamente. Allo stato sterile difatti non è possibile distinguere queste dagli *Entoderma*, pur esse forme endofitiche, a fili ramificati e costituiti secondo il tipo di *Chloroclonium.* Non saprei quindi con certezza precisare se taluna tra le forme di Clorificee descritte dal Reinsch col nome di *Entonema*, o dal Kützing sotto la denominazione di *Periphlegmatium*, siano da collocarsi fra' *Chloroclonium.* È difficile pur dire se l'endobiosi sia una caratteristica di tutte le specie riferibili al nuovo genere *Chloroclonium*, vista la possibilità di poter coltivare quest'alga sulle pareti umide di un acquario. L'endobiosi potendo rappresentare una condizione di esistenza facoltativa, uno stato precario, opportuno, utile anzi, in date circostanze, non sarebbe impossibile che questa facoltà mancasse a taluni individui. Se così fosse, mi nascerebbe il dubbio che il *Chlorotylium coriaceum*, descritto e divulgato dallo Zeller nelle Decadi Rabenhorstiane sotto il n. 1989 dovesse riferirsi al genere *Chloroclonium.* Non insisto su questo ravvicinamento poichè, anche colla scorta del saggio autentico citato, riesce difficile il raccapezzarsi sul valore dell'Alga dello Zeller.

Al genere *Chloroclonium* vanno peraltro con certezza riferite alcune forme oltre al descritto *Chl. elongatum* e che ho rinvenute costantemente simbiotiche: sono il *Chl. glœophilum* e il *Chl. parvulum.* Dai caratteri esposti risulta come esse forme possano benissimo essere considerate come specie distinte.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

TAVOLA XXV.

Chloroclonium elongatum Bzì.

Fig. *1.* — Porzione di un tallo allo stato vegetativo.
» *2.* — Il medesimo allo stato zoosporifero.
» *3.* — Sommità di un tallo con zoosporangi in via di evacuazione.
» *4.* — Stadi successivi di germinazione delle zoospore provenienti dagli zoosporangi delle figure precedenti.
» *5.* — Filamenti sterili con cistidi solitarie.
» *6.* — I medesimi con cistidi a serie.
» *7-8.* — Germinazione delle cistidi.
» *9.* — Ulteriore sviluppo delle cistidi e formazione di (micro)zoospore.
» *10-11.* — Germinazione delle (micro)zoospore e costituzione di elementi a sviluppo protococcoideo e palmellaceo.

TAVOLA XXVI.

Chloroclonium elongatum Bzì.

Fig. *12-13.* — Filamenti vegetativi incistati ed in via di germinazione.
» *14-15.* — Due cellule di filamenti della figura precedente in via di germinazione, molto ingrandite.
» *16.* — Filamenti a incipiente sviluppo monocellulare.
» *17-20.* — Casi vari di svolgimento di cellule dello stadio palmellaceo; le zoospore presentano delle fusioni anomale.
» *21-23.* — Germinazione delle zoospore della precedente figura e incipienti stadi di formazione di individui a mo' di *Rhaphidium.*
» *24.* — Individui perfetti di *Rhaphidium.*

Chloroclonium parvulum Bzì.

Fig. *25.* — Un individuo allo stato fruttifero.

NB. Tutte le figure sono ingrandite 400 volte, salvo le 14ª, 17ª, 18ª, 19ª, 20ª, 21ª, 22ª, 23ª, 24ª che sono rappresentate sotto un ingrandimento di 600 diametri e quella 15ª che è ingrandita 900 volte.

PLEUROTHAMNION nov. gen.

Thallus e filamentis articulatis, crebre ramosis, sæpe calce induratis et in cæspitulos densissimos, pulviniformes aggregatis, constitutus. Articuli vegetativi omnes ramigeri, vetustiores ovales vel elliptici, juniores magis elongati, cylindracei, chromatophoro unico, amplo parietali, toto ambitu in lacinulas vel lobulos valde inæquales, irregulariter partito et pyrenoide amylifero instructo, Ramuli primarii decumbentes; secundarii adscendentes vel erecti et, modo iterum iterumque ramellis ab eodem articulo geminis opposite excrescentibus decompositi, modo alterne distiche ramulosi, raro in ramulos unilaterales exeuntes; ultimi omnes ex articulo singulo sursum egredientes et regulariter secundatim dispositi. Zoosporangia ovalia, obovalia, vel ellipsoidea ex articulorum vegetativorum omnium repetita bipartitione transversa etiamque longitudinali, procedentia. Zoosporæ 4-8 in quoque zoosporangio, ovales, rostro brevi, ciliis binis, ocello rubro laterali præditæ.

Evolutio thalli centrifugalis; ramulorum vegetatio apicalis, definita; articuli vegetativi, ætate provecta, repetita bipartitione ad tres directiones alternante, in statum palmelloideum transeuntes.

Status sexualis ignotus.

P. **papuasicum**, n. sp. Art. veg. diam. long. 10–25 μ. Art. veg. crass. 6-8 μ. Zoosporang. lat. 10–15; Zoosp. crass. 3–5 μ.

Hab. ad crania humana insepulta, in solo humido Insulæ Woodlark (Papuasia). Leg. Dr. L. Loria.

Intorno a questo nuovo genere ebbi di già occasione di spendere qualche parola trattando di alcune nuove alghe di Papuasia (1) raccolte su crani umani dissepolti appartenenti alla collezione del Museo antropologico di Roma. Un cenno particolareggiato sulla organizzazione e sullo sviluppo della specie presa come tipo di detto genere parmi ora opportuno, sia perchè ciò trovo meglio conforme all'indole di questi *Studi*, sia perchè le esposte notizie sui generi, *Protoderma*, *Entoderma* e simili ci permettono di stabilire estesi raffronti sistematici. Di più, le mie ricerche sul genere *Pleurothamnion* si sono di molto approfondite in seguito a quella pubblicazione per effetto di un prolungato soggiorno dei pezzi ossei suddetti in acqua. In tali condizioni l'Alga si è potuta conservare non solo vegeta ma svolgersi rapidamente ed in tale copia da invadere interamente le pareti degli acquarî e la superficie tutta del substrato. Ciò seguiva nel mese di dicembre del 91 e nel gennaio dell'anno in corso.

L'Alga, di cui è parola, veniva per la prima volta osservata sulla superficie di alcuni pezzi craniali e di un mascellare, alla quale essa conferiva una tinta verdiccia. Occorreva che la osservazione venisse fatta trattando prima il materiale con acido acetico, trovandosi i filamenti dell'Alga immersi in una sorta di ganga di carbonato calcareo formante un tenue indumento sulla superficie dei pezzi ossei. Accennai altrove alla probabile origine chimica di detto prodotto minerale e credetti perciò giustificabile l'opinione che quest'alga fosse d'aggiungersi al novero di quelle cosiddette perforanti e delle quali si sono recentemente occupati i signori Bornet e Flahault (2). Io sono oggi in grado di confermare in parte tale giudizio, aggiungendo soltanto che il *Pleurothamnion papuasicum* è suscettivo altresì di crescere in un mezzo scevro di materiale calcareo, e liberamente svolgersi e compiere il suo sviluppo sulle pareti di recipienti di vetro esposti all'umido In tali condizioni detta Alga mi porgeva occasione di estese ricerche, le quali formano appunto argomento di questo studio.

(1) V. *Nuova Notarisia*, 1892.

I.

Nelle condizioni su accennate il *Pl. papuasicum* è visibilissimo ad occhio nudo formando sul substrato degli esigui pulvinuli dal contorno tondeggiante e dal colorito intensamente verde, misuranti fino ad 1 millimetro e mezzo di diametro. Ogni cuscinetto consta di un fitto plesso di filamenti ramificati secondo norme determinate: le ramificazioni sono frequenti, basti dire che da ogni cellula prendono origine nel tempo stesso uno o due ramuli. L'accrescimento complessivo dei singoli talli è evidentemente centrifugo; quello dei fili e delle rispettive ramificazioni, terminale; per accrescimento intercalare passano i filamenti alla fase riproduttiva; tuttavia l'ordine di svolgimento segue sempre nella direzione centrifuga.

Tav. XXVII Fig.

Rivolgendo la nostra attenzione a talli di differenti età, e cresciuti in diverse condizioni, agevolmente si riesce a formarsi un concetto della loro struttura. Vi distinguiamo in generale un sistema di filamenti primari derivati immediatamente dalla germinazione delle spore e che si stendono serpeggianti per piccolo tratto sul substrato, accrescendosi per le due opposte estremità. Dai singoli articoli prendono tosto origine delle ramificazioni secondarie che si dispongono lungo i due lati dei fili precedenti crescendo come questi adesi e repenti sulla superficie del substrato. Ordinariamente ogni articolo dà luogo, per germinazione bilaterale, a due rami secondari, i quali, partendosi sia in direzione opposta, sia alquanto alternamente, assumono una posizione distica che ricorda moltissimo quella delle prime ramificazioni di un *Callithamnion*. I nuovi rami che si succedono, tendono a disporsi parimenti col medesimo ordine distico e così pure nella stessa guisa le ulteriori ramificazioni. Se non che, a sviluppo inoltrato, cessa interamente la formazione di rami distici e le ramificazioni più recenti veggonsi tosto rivolte tutte verso una medesima direzione; la quale disposizione unilaterale rimane poi definitivamente come caratteristica delle ultime fasi di accrescimento vegetativo dei filamenti. Naturalmente a partire dalle prime generazioni i rami tendono a staccarsi dal substrato; così è che a sviluppo compiuto l'insieme delle frondi assume la forma di un cuscinetto dal contorno tondeggiante.

XXVIII.

Al momento della sua formazione ogni ramulo si presenta a mo' di emergenza laterale della cellula cui appartiene; la cavità di detta cellula continuasi con quella dell'articolo basale di detto ramulo: una separazione avviene a tarda età, al momento della genesi degli zoosporangi.

7.

Gli articoli variano di lunghezza: tipicamente cilindrici, divengono più tardi ellissoidei od ovali: la forma tipica si conserva tuttavia in quelli appartenenti a' rami di più recente formazione, i quali pure si presentano maggiormente estesi in lunghezza. Il diametro trasversale degli articoli varia da 6 a 8 micr.

Ogni articolo contiene un ampio cromatoforo, il quale a mo' di sottile placca, cinge da un solo lato la cavità cellulare. La sua forma è sempre in rapporto con quella degli articoli. Laddove questi sono brevi e di tipo isodiametrico, il perimetro dei cromatofori piglia una configurazione circolare; crescendo la lunghezza degli articoli stessi, aumenta nella stessa misura e direzione la estensione delle placche cromatoforiche. In tutti i casi però resta inalterata la struttura originaria: così è che il contorno apparisce costantemente scompartito in lobi o lacinie di varia estensione e ampiezza, alle volte anche semplicemente accennate da lievi e irregolari sinuosità. In generale dette lacinie sono vieppiù sviluppate nella direzione del maggiore asse del cromatoforo. Non di rado esse fondonsi parzialmente dando luogo a perforazioni.

Ogni cromatoforo contiene un vistoso pirenoide a indumento amilifero. La materia amilacea è limitata soltanto a questa regione della cellula mentre il contenuto non ne presenta tracce e, a quanto pare, la sostanza ternaria assume i caratteri di olio o grasso, così come vedemmo nelle *Prasiola*.

Null'altro di notevole presentano le cellule allo stato vegetativo. La loro parete è piuttosto sottile e liscia e dà le caratteristiche reazioni del cellulosio.

10.

Dallo stato vegetativo, testè esaminato, il *Pleurothamnion papuasicum* passa a quello riproduttivo appena le frondi abbiano raggiunto un diametro di ½ a 1 e ½ mill. Allora le cellule danno luogo a formazione di zoosporangi. Il processo di trasformazione comincia dalle regioni più vecchie del tallo e procede regolarmente verso la sommità

dei ramuli; segue, cioè, collo stesso ordine centrifugo col quale si compie l'accrescimento vegetativo. Tav. XXVII

Nel genere *Chloroclonium* notammo come ogni zoosporangio provenga dalla segmentazione di dati elementi vegetativi, quelli, cioè, posti al sommo apice dei ramuli. Presso il genere *Pleurothamnion* invece tutte le cellule del tallo indistintamente sono capaci di generare degli zoosporangi, coll'ordine indicato; ma anche questi formansi in seguito ad un processo di segmentazione che subiscono gli elementi vegetativi. La segmentazione avviene prima nella direzione trasversale in modo che ogni articolo, secondo la sua lunghezza, rimane scompartito in 2 oppure in 4 articoli filiali relativamente brevi o tutto al più di forma isodiametrica; indi questi ultimi tornano a bipartirsi nella direzione longitudinale ed i segmenti separati divengono tosto cellule madri delle zoospore. Questo processo formativo può però arrestarsi alla prima fase, in modo che gli zoosporangi procedono da una prima ed unica segmentazione trasversale degli articoli vegetativi. Sono appunto le cellule vegetative delle estreme terminazioni rameali che così si comportano. Fig. 8

In qualunque caso le cellule madri delle zoospore acquistano i caratteri di zoosporangi in seguito ad uno sviluppo ulteriore. Esse crescono a grado a grado di volume; originariamente di forma quadrata o cubica, divengono a poco a poco sferoidi, ovali od ellittiche: l'accrescimento è disuguale, più pronunciato verso una parte la quale risponde al lato di deiscenza. Così, fortemente esse emergono col contorno loro convesso sul profilo dei ramuli dapprima continuo; questi divengono torulosi, irregolarmente curvi e contorti e l'insieme della fronda perde interamente la primitiva caratteristica regolarità nella disposizione delle sue parti.

A maturità gli zoosporangi si aprono all'apice per dar passaggio alle zoospore. Queste provengono da bipartizione reiterata del contenuto secondo tre direzioni. Ne derivano 8 zoospore normalmente, di rado 12 o 16. Al momento dell'uscita scorgiamo i germi stessi racchiusi dentro un comune sacco gelatinoso, trasparente che rapidamente si scioglie.

Le zoospore si muovono vivacemente nel liquido circostante; il moto può durare mezza giornata al più. Sono ovali, con rostro breve, Fig.

a cui s'inseriscono due esili ciglia; notasi lateralmente un ocello rossigno; misurano una lunghezza di 3-5 μ.

Ho seguito lo sviluppo ulteriore delle zoospore dentro camere umide. Esse germinano immediatamente nella maniera ordinaria e danno origine a nuovi talli identici a quelli suddescritti.

II.

Nei miei acquari, come dissi, il *Pleurothamnion* si era, nel corso di alcuni mesi, considerevolmente sviluppato ricoprendo ogni parte di uno spesso grumo mucoso, verdastro. I talli normali, già frequenti alla fine dell'autunno, nel principio, cioè, delle mie ricerche, erano quasi totalmente scomparsi più tardi; la vegetazione di quelli veniva sostituita da straordinario sviluppo di colonie dal tipo di *Palmella* pigliando queste un enorme sopravvento.

Crescendo la nostra alga associata a frequenti cespuglietti dell'elegante *Stigeoclonium plumosum* Ktz., restava il dubbio che tali formazioni potessero avere origine da quest'ultima Alga. Le colture in grande, mancando perciò d'efficacia per la soluzione di tale quistione, rivolsi ogni studio al materiale proveniente dalla germinazione delle zoospore, già descritte, ormai raccolto sulle pareti di piccoli acquari di vetro. Nel corso di tre mesi le colture erano notevolmente progredite e le pareti dei recipienti apparivano ricoperte da una densa patina verdastra, in mezzo alla quale spiccavano, come punti distinti, dalla tinta verde intensa, dei cespuglietti normali di *Pleurothamnion*. La mia attenzione veniva rivolta precisamente a quest'ultimo materiale: l'osservazione di più mesi mi porgeva argomento di rilevare come anche quest' Alga possieda uno stadio di svolgimento monocellulare pari alle forme precedentemente studiate. Essa fase procede da dissoluzione degli articoli vegetativi, previa bipartizione dei medesimi. La detta divisione segue allo stesso modo come se si trattasse della formazione di zoosporangi. Gli elementi nell'atto di separarsi hanno una forma sferoide, ovale od ellissoide; il loro diametro è superiore ordinariamente a quello degli articoli vegetativi da cui essi prendono origine; maggiormente spessa n'è pure la parete e questa si distende e costituisce, durante lo sviluppo ulteriore degli elementi medesimi, i carat-

teristici integumenti gelatinosi onde le associazioni prendono, secondo i casi, la forma di *Palmella*, o di *Gloecystis* e simili. Tav. XXVII

Il passaggio allo stato monocellulare non è seguito da alcuna variazione nella struttura dei singoli elementi; il cromatoforo presenta più distinta la sua forma originaria radiato-stellata e conserva sempre la sua posizione laterale; se non che più frequenti appariscono le granulazioni oleose. Fig. 11

L'ulteriore svolgimento di tale forma si compie tanto per zoospore come in via vegetativa: ambo questi due processi qualche volta s'alternano regolarmente; altre volte invece par che predomini or l'una or l'altra forma. Indeterminato è in tutti i casi il numero delle generazioni. Fig. 13

La divisione vegetativa ha luogo generalmente nella direzione delle tre dimensioni, ma non sempre regolarmente si alternano i piani di scissione. Gli elementi delle diverse generazioni conservano quasi sempre la tipica forma sferica; di rado tendono ad assumere un contorno ellissoide. Quando ciò avviene evvi d'ordinario negli elementi la tendenza a formare delle piccole colonie distinte dal tipo di *Nephrocytium*. Il diametro delle cellule varia da un *maximum* di 25 μ ad un *minimum* di 4 μ ed in generale notasi una certa riduzione di volume nel corso delle differenti generazioni.

Le stesse considerazioni valgono per le zoospore. Queste hanno la medesima forma di quelle provenienti dai talli normali sopra descritti, ma variabili sono le loro dimensioni da un *maximum* di 20 μ in lunghezza ad un *minimum* di 3 μ. Nascono per divisione del contenuto cellulare in 2, 4, 8, 16, 32 parti e vengono messe in libertà per dissoluzione quasi totale delle pareti delle proprie cellule madri. Fra le numerose varianti relative a numero, disposizione ecc., che le colonie a sviluppo per germi mobili presentano, è degna di menzione la forma rappresentata nella figura citata a margine. Le zoospore sono relativamente molto grandi, di forma ovale od ovale-bislunga; dopo aver vagato per l'acqua poche ore, si arrestano, cingonsi di un sottile inviluppo trasparente, indi si bipartiscono in direzione obbliqua; ne deriva una piccola colonia di due elementi i quali immediatamente divengono altrettante zoospore. Talora la colonia risulta da quattro cellule. In ogni modo lo stadio di riposo dei germi è di brevissima Fig.

XVIII. durata e le piccole colonie temporanee che ne derivano rimangono unite da un tenue inviluppo gelatinoso trasparentissimo.

Le maggiori dimensioni di germi provenienti da dette associazioni rendevano agevole uno studio alquanto particolareggiato sulle interne condizioni di struttura delle zoospore.

Per consiglio del chiar. Prof. Gaglio volli anzitutto esperimentare l'azione di alcune sostanze medicamentose sul moto delle zoospore. Il cloridrato di cocaina e di chinina e il solfato di stricnina sciolti in acqua in proporzioni le più esigue, persino all'1 per $^0/_{00}$, arrestano più o meno rapidamente il movimento dei germi (3); lo stesso avviene in seguito a trattamento con una soluzione al $^1/_2$ per $^0/_{00}$ di idrato di cloralio.

Nessun'alterazione segue nell'intima organizzazione del corpo delle zoospore. Le ciglia rimangono distese quasi fossero irrigidite ed anche visibili senza l'impiego di reattivi coloranti. Distinta apparisce una tenuissima membranella trasparente che segue il contorno del corpo. Verso la sommità rostrale detta membrana presenta la traccia di due perforazioni che servono di passaggio ai cigli; in questo stesso punto la membrana medesima presenta un maggiore ispessimento. Notevole è la circostanza che le zoospore, così trattate, possono facilmente colorirsi mediante il verde di metile e l'eosina. Questi reattivi mettono in rilievo in maniera evidentissima la descritta membrana e le perforazioni cigliari. Si notano altresì le due vacuole pulsanti situate alla base del rostro.

7. Ignoro per quale via l'Alga ritorni alle primitive condizioni di sviluppo, nè saprei precisare se i descritti germi sieno suscettivi di svolgimento sessuale come in altri casi già considerati. Certamente anche in mancanza di zigospore ibernanti anche le cellule isolate possono adempiere l'ufficio di conservare l'organismo al sopraggiungere di condizioni sfavorevoli; divengono, cioè, delle cistidi. Queste sono perfettamente sferiche e cinte di una membrana molto spessa e resistente; la cavità è ripiena di gocciole oleose, brillanti; a tarda età le cistidi assumono una tinta rosso-mattone per la presenza di una

(3) Uno studio più esteso di tali azioni formerà quanto prima oggetto di particolare pubblicazione.

materia colorante che parrebbe una modificazione delle precedenti gocciole. Le cistidi germinano come gli elementi vegetativi; il più delle volte esse dànno origine a zoospore.

Tav. XXVII- Fig. 16

III.

Intorno alla posizione sistematica del genere *Pleurothamnion* poco mi resta da dire. Le sue affinità coi generi *Protoderma, Entoderma, Chlorocloniun* e *Ctenocladus* sono evidentissime. Identica ne è infatti la organizzazione degli articoli vegetativi, come pure identica la maniera di sviluppo. L'indole della ramificazione ci permette però di graduare le differenze generiche, collocando quest'alga presso gli *Ctenocladus* per via della disposizione unilaterale dei ramuli. Da questo stesso genere il *Pleurothamnion papuasicum* però si allontana alquanto essendo tutti gli elementi vegetativi suscettivi di trasformarsi in zoosporangi, nè questi giammai procedono da svolgimento di determinate cellule dall'apice dei ramuli. Per tale considerazione la nostra alga si comporta in certa qual guisa come gli *Entoderma* per quanto qui non esiste una vera differenza nella forma esteriore tra elementi vegetativi e zoosporiferi. Non resta parimenti alcun dubbio che i suddetti generi, inclusivi anche i *Chlorotylium*, formino parte integrante di un unico gruppo sistematico riferibile alle Ulotrichiacee; ma di ciò sarà detto meglio ad altro luogo.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

TAVOLA XXVII

Fig. *1.* — Porzione di un filamente vegetativo mostrante la organizzazione degli articoli vegetativi $\left(\frac{700}{1}\right)$.

» *2-6.* — Stadi successivi di sviluppo di talli procedenti da germinazione delle zoospore $\left(\frac{500}{1}\right)$.

» *7.* — Tallo giovanile $\left(\frac{500}{1}\right)$.

» *8-9.* — Casi diversi di formazione degli zoosporangi $\left(\frac{500}{1}\right)$.

» *10.* — Zoosporangi maturi e uscita delle zoospore $\left(\frac{350}{1}\right)$.

TAVOLA XXVIII

Fig. *11.* — Talli a sviluppo monocellulare $\left(\frac{500}{1}\right)$.

» *12.* — Ulteriori stadi di svolgimento della forma precedente.

» *13-15.* — Casi diversi di sviluppo per zoospore $\left(\frac{500}{1}\right)$.

» *16.* — Cistidi $\left(\frac{500}{1}\right)$.

» *17.* — Sviluppo delle cistidi $\left(\frac{500}{1}\right)$.

» *18.* — Zoospore molto ingrandite $\left(\frac{1000}{1}\right)$.

CHÆTOPELTIS Berth. (ch. auct.)

Bertholdia, Lagerh. in *Nuova Notarisia*, **1890**, p. 225. (non Schmitz).

Com'è noto, il genere *Chætopeltis* veniva per la prima volta stabilito dal Berthold (1), assumendovi come tipo una piccola Clorofic ea a talli disciformi, aderenti al substrato per la faccia inferiore, dall'a-spetto di una *Coleochæte*, e provvisti, come le specie di quest' ultimo genere, di lunghe e delicatissime setole jaline. L'egregio Autore dava di quell'Alga una succinta descrizione accennando nel tempo stesso ad alcune particolarità relative allo sviluppo di essa; in tutto delle notizie molto imperfette lasciando largo campo alle discussioni.

Così è che l'Hansgirg (2) ebbe a dubitare del valore sistematico di questo genere mettendo in rilievo la rassomiglianza dei talli con frondi d'individui agamici di *Coleochæte scutata*. Per questa ragione il genere *Chætopeltis* figura nella *Sylloge* del De Toni (3) fra le Coleochetacee per quanto il chiaro Autore ne sospettasse dubbia siffatta posizione sistematica.

Ad accrescere le incertezze compariva nel 1888 un lavoro del Signor Möbius riflettente lo sviluppo di una pretesa nuova specie dello stesso genere: la *Chætopeltis minor*. Quest'alga, secondo i dati esposti dal chiarissimo Autore, differisce dalla specie Bertholdiana per le minori dimensioni della fronda, e soprattutto perchè priva delle appendici setoliformi già rinvenute dal Berthold nella sua specie e

(1) G. Berthold, *Unters. üb. die Verzweig. einig. Süsswass.*, p. 53, Tab. V, fig. 6-14.

(2) Cfr. *Flora*, 1888, p. 219.

(3) Cfr. 1, p. 7 et 11.

(4) Nei *Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, Vol. VI, 1888, p. 242, tav. XII.

prese come una delle caratteristiche fondamentali del genere. Quest'ultima particolarità, secondo il Möbius, non escluderebbe siffatto ravvicinamento dappoichè quel carattere fondasi sopra una erronea osservazione del Berthold, giacchè quei fili, giusta una comunicazione epistolare di quest'ultimo, non rappresenterebbero che delle casuali formazioni del tutto estranee alla fronda, o meglio dei filamenti di *Leptothrix*.

Per tale considerazione il Möbius credette che meglio convenisse collocare il genere *Chætopeltis* fra le Croolepidacee accanto alle *Phycopeltis*, ai *Phyllactidium*, e simili, in confronto ad altra sistematica ubicazione.

Ammesso quindi che le frondi di *Chætopeltis* fossero sfornite delle su mentovate setole jaline, restava da ricercare fino a qual punto quest'Alga differisse dai *Chromopeltis* Reinsch, e dagli stessi *Phyllactidium* e *Phycopeltis*. Comunque sia, la nuova definizione del genere *Chætopeltis* veniva integralmente accettata dal Wille (5); e visto che quella denominazione ormai mal conveniva etimologicamente all'Alga del Berthold, il Lagerheim (6) tosto proponeva che si mutasse in *Schmitzia* il nome di un nuovo genere di Floridee, di recente stabilito dallo Schmitz (7) ed intitolato *Bertholdia*, riservando questo nome per la *Chætopeltis orbicularis*.

Dopo tutto questo, sembra fuor di proposito ogni discussione, tanto più che le ricerche del Möbius, per quanto riflettano una sola specie del genere *Chætopeltis*, o *Bertholdia*, come si voglia, parrebbe avessero ormai maggiormente approfondite le nostre conoscenze intorno a tali Alghe. In fatto però non è così, e la fortunata opportunità che mi si è presentata, non è guari, di poter studiare *ex vivo* e lungamente seguire lo sviluppo della stessa *Chætopeltis orbicularis*, mi ha fatto acquistare la convinzione che quanto ci è noto intorno al genere *Chætopeltis*, è veramente ben poca cosa.

L'alga che io riferisco a tale specie, veniva ripetutamente raccolta

---

(5) V. *Engler*; Prantl: *Natürl. Pflanzenfam.* 103 (Algen).

(6) Nella *Nuova Notarisia*, Ottobre 1890, p. 225.

(7) *Systematische Uebersicht der bisher bekannten Gattungen der Florideen*, nella *Flora*, 5 fasc. 1889.

da me nel padule di *Ortora* sulla *Lemna minor*, sulle foglie sommerse di *Iris Pseudo-acorus* ed altre piante aquatiche, ove cresceva in grande copia associata a molte altre alghe verdi, tra cui *Protoderma*, *Aphanochæte repens*, *Coleochæte irregularis* e *scutata*. Una certa rassomiglianza delle sue frondi coi talli di quest'ultima specie segnatamente la presenza di setole epitalline mi avevano in sulle prime indotto il sospetto che quelle espanzioni verdi, disciformi rappresentassero delle frondi sterili di una *Coleochæte*. Più tardi, casualmente, mi veniva fatto di osservare dei talli in via di sviluppo per germi mobili. D'allora in poi io rivolgeva in particolar guisa la mia attenzione a quest'alga e rimosso il primo dubbio circa alla sua identificazione colla *Coleochæte scutata*, mi rimaneva il sospetto che essa potesse essere qual cosa di diverso dal *Chætopeltis orbicularis* Berth., sospetto avvalorato dalle citate ricerche del Möbius e specialmente dalle indicazioni relative alla mancanza di appendici epitalline. Tutti gli esemplari da me esaminati essendo costantemente forniti di simili produzioni, rivolsi anzitutto ogni studio alla ricerca di queste, determinandone l'origine, e le relazioni col tallo. Degli espedienti di cui mi son valso all'uopo sarà detto poi; per ora mi basti notare che accertata in maniera positiva la presenza di esse produzioni quali organi proprî al tallo e caratteristici della specie di cui è parola, credetti utile rivolgermi direttamente al Prof. G. Berthold in Gottinga, sottoponendo al di lui esame qualche esemplare di quell'Alga, e l'egreg' Uomo ebbe tosto la cortesia di assicurarmi che l'alga da me raccolta fosse perfettamente identica alla sua *Chætopeltis*. E tale convinzione io acquistavo ancor meglio confrontando i miei saggi colle figure della importante opera dal Prof. Berthold.

Studiando la organizzazione e lo sviluppo della *Chætopeltis orbicularis* ho richiamato in maniera speciale la mia attenzione alla struttura delle cellule e dei cromatofori, e particolarmente alla costituzione delle setole epitalline, mettendo a riscontro le mie osservazioni con quelle del Möbius, essendo questi utili elementi per chiarire meglio la posizione sistematica di quel genere e determinarne i caratteri in via definitiva.

Seguendo lo sviluppo vedremo come questo non differisca gran fatto da quello proprio a molte forme già studiate nelle pagine pre-

cedenti e i dati raccolti potranno formare argomento di alcune applicazioni di valore sistematico.

I.

. XXIX. ig. 1. La *Chætopeltis orbicularis* consta di un tallo espanso, membraniforme, parenchimatoideo, a contorno circolare, il cui diametro supera qualche volta il millimetro. Così come esattamente è stato indicato dal Berthold, l'accrescimento di dette frondi è centrifugo e segue per reiterato processo di bipartizione radiale e tangenziale di 4 elementi iniziali situati in croce sopra uno stesso piano e disposti come i quadranti di un circolo. Non insisterò sulle particolarità di detto accrescimento, trovando esso perfetto riscontro in molti altri consimili casi di frondi espanse e circolari del tipo coleochetaceo. Ricorderò soltanto come la regolarità nella disposizione iniziale degli elementi viene il più delle volte alterata, ad incremento inoltrato, dalla interposizione di lamelle soprannumerarie, da arresti di sviluppo e da varie molteplici altre cause; sicchè il contorno delle frondi presentasi talora lobato; altre volte vi hanno talli a disuguale crescimento periferico e la decorrenza dicotomica dalle serie cellulari presenta qua e là delle irregolari interruzioni. Tutti questi casi ed altri consimili osservansi sovente in frondi molto avanzate in età, dalle dimenzioni le più vistose.

ig. 4. Viste di profilo, le frondi offrono una forma piano-convessa; il grado di convessità è lievissimo. In tutti i casi però constano di un solo strato di cellule, e mentre gli elementi della periferia appariscono alquanto depressi, quelli centrali invece presentano un perimetro all'incirca quadrato. Essi possiedono una parete di mediocre spessore, trasparente, di cui gli strati esterni sembrano differenziati in una sorta di tenuissima gelatina che assume chiaramente i caratteri di una sottile lamella intracellulare. Questa segue il contorno esterno delle cellule e sulla superficie superiore del tallo forma uno strato alquanto spesso, consistente e continuo a mo' di cuticola, mentre sulle pareti inferiori rimane sottilissima, amorfa e trasparente e giova a tenere fortemente adese le frondi al substrato.

È chiaro il significato morfologico di detta materia intracellulare:

essa rappresenta una produzione esterna delle membrane cellulari; questo prodotto che acquista i caratteri di trasparente gelatina e che assume proporzioni ragguardevoli nei generi *Microthamnion, Chætophora, Drapanantia*, etc., serve a tenere adesi gli elementi della fronda o determina la compattezza e omogeneità di questa. Il genere *Nordstedtia* affinissimo alla nostra *Chætopeltis orbicularis* ci porge del resto argomento di chiarir meglio la origine di quella materia essendo questa in esso copiosa e tenuissima.

Tav. XI

É quanto mai interessante la struttura del contenuto cellulare. A prima giunta la cavità si direbbe occupata da fitte granulazioni verdi, fra le quali spiccano qua e là delle gocciole di una materia grigiastra opaca; in mezzo notasi un grosso pirenoide i cui contorni rimangono mascherati dalle abbondanti granulosità. Un attento esame del contenuto di elementi giovanili dà ragione di siffatta struttura. Ogni cellula di fatto possiede un solo cromatoforo, molto grosso e perfettamente centrale: esso è diviso in numerose lacinie partentisi da un centro comune in direzione raggiante, e che raggiungono le pareti dopo essersi in qualche punto anastomosate e scompartite anche in nuovi lobi specialmente in prossimità delle pareti. Fra gli angusti e irregolari interstizi lasciati scoperti dalle dette lacinie si alloga un plasma ricco di granulazioni e di goccioline che avrebbero l'aspetto di una sostanza gelatinosa. Talora alcune di queste, ordinariamente poche, s'accrescono considerevolmente di volume e si soprappongono ai lembi del cromatoforo rendendone confusi i contorni. Il pirenoide occupa la regione centrale di ogni cromatoforo: esso presenta un volume relativamente notevole ed un contorno che si direbbe oscuramente poligonale. L'indumento amilaceo, di cui è rivestito, offre uno spessore mediocre e si vede formato da fittissime granulazioni amilacee.

Fig. 2

A quanto pare, all'infuori della regione periferica del pirenoide, le cellule non contengono tracce di amido; probabilmente la sostanza ternaria è rappresentata da quelle gocciolette di materia d'apparenza gelatinosa che abbiamo già ricordato. Tuttavia più tardi le cellule stesse veggonsi ripiene da gocciole oleose; specialmente ciò osservasi negli elementi fungenti da zoosporangi e da cistidi.

Una particolarità del tutto caratteristica all'alga di cui discorriamo

v. XXIX. è la formazione di setole epitalline, nella maniera stessa come presso a poco si osserva nelle Coleochetacee, e negli *Herposteiron*, nelle *Aphanochæte* e simili. Però le setole delle frondi di *Chætopeltis* vanno

Fig. 1-5 considerate come delle appendici di natura assai differente, come diversa n'è la loro struttura; forse per tale considerazione il confronto di detti organi colle setole delle *Dicranochæte* e delle *Glœochæte* non sarebbe del tutto inopportuno. E di fatto esse sono vere produzioni gelatinose degli strati mediani delle membrane cellulari. Le si vedono impiantate verticalmente sulla superficie delle frondi ed emergenti dallo spesso strato, quasi cuticulare, delle pareti esterne delle cellule. Hanno la forma di lunghissimi filamenti, estremamente delicati e trasparenti; sono costituite di una materia del tutto omogenea e non presentano interruzioni di sorta, nè la traccia di una interna cavità, così alla base come in alto. Durante tutto il loro percorso si assottigliano insensibilmente dal basso verso l'alto passando da un *maximum* di 2 μ. ad un *minimum* di $^1/_2$ μ. in diametro. La loro lunghezza importa persino 50 volte più che quella degli elementi cui appartengono.

Stante siffatti caratteri riesce a prima giunta difficile il distinguere nettamente tali produzioni; anzi, al primo vederle, sorge spontaneo il sospetto che esse fossero di un'indole affatto estranea alla pianta, e facilmente saremmo indotti a ritenerle quali fili di Leptotrichiacee e simili infestanti le frondi. A risolvere completamente tale quistione giovano i reattivi e i vari espedienti microchimici, i quali in singolar maniera mettono in rilievo le più minute particolarità di struttura. Specialmente le soluzioni coloranti di anilina facilitano di molto siffatto studio. Stupende colorazioni si ottengono colla fuchsina di Ehrlich (8). Le setole si tingono rapidamente al pari delle membrane cellulari e mostrano di essere costituite per intiero di una sostanza del tutto identica a quella propria di queste ultime; del resto nessuna traccia di articolazioni interne. Tanto meglio di ciò ci si assicura trattando il materiale coll'alcool e coi relattivi jodici. Io non credo perciò che si possa dubitare sulla natura di detti organi.

---

(8) Questa soluzione è stata proposta da Ehrlich (*Zeitschrift für clinische Medicin*, Vol, II, p. 307.) per colorare il bacillo della tubercolosi; per la colorazione degli integumenti gelatinosi di molte Alghe essa è d'un effetto rapido e sicurissimo.

Tav. XXI

Fig. 1-5.

Quanto alle relazioni delle descritte setole colle cellule della fronda non esistono norme costanti. Ora esse rispondono per posizione al vertice di ogni elemento e vi si scorgono ivi isolate, o a due a due partentisi da un comune punto, ora le si vedono alquanto spostate. Vi hanno altresì delle cellule che ne mancano e sono per lo più quelle marginali. In ogni modo il numero delle setole per ogni fronda è spesso ragguardevole e sovente supera quello degli elementi stessi che compongono la fronda medesima. Il caso di setole solitarie situate sul centro di ogni cellula mi è parso però molto frequente.

La presenza delle descritte appendici è, come vedesi, una particolarità della quale non è possibile il dubitare. Sarebbe davvero un errore molto grossolano il confondere queste con fili di *Leptothrix*, i quali constano sempre di una serie di articoli racchiusi dentro una guaina delicatissima. Le articolazioni, indistinguibili sotto la diretta osservazione, divengono evidentissime, anche senza l'impiego dei noti reattivi coloranti, ricorrendo semplicemente alla tintura di jodio. L'errore è sempre evitabile anche nei frequenti casi in cui le frondi vedonsi infestate da fili di *Leptothrix*. L'impiego di reattivi é allora indispensabile per distinguere gli uni dalle altre.

Io non so se il Prof. Berthold abbia ricorso a tali espedienti; di ciò egli non fa cenno nel suo lavoro: è possibile che la sua comunicazione posteriore al Möbius non sia del tutto esatta; che se così fosse, egli non avrebbe riconosciuta una perfetta identità tra la sua alga ed i saggi da me inviatigli. La contraddizione potrà benissimo essere spiegata dalla frequente presenza di fili leptotrichiacei sulla fronda della *Chætopeltis*.

In questo medesimo errore pare sia caduto lo stesso Möbius circa alla sua *Chætopeltis minor*. Ho letto attentamente la sua memoria e mi sono sempre più convinto che le osservazioni di quel chiarissimo botanico contengano qualche lacuna. Merita particolare considerazione la descrizione che egli dà del contenuto cellulare della *Chætopeltis minor*. A pag. 243, infatti leggesi:

« Der Inhalt scheint gleichmässig grün gefärbt zu sein und lässt » einen grossen hellen Kern, oder in Zellen, die in Begriff sind, sich » zu theilen, deren zwei erkennen. Aber schon in lebenden Zustand » lässt sich an manchen Zellen unterscheiden, dass das Chlorophyll an

v. XXIX. » mehrere flache, unregelmässig bregrenzte Chromatophoren gebun-
» den ist; besonders deutlich wird dies da, wo dieselben sich von der
ig. 1-5. » Aussenwand auf die seitlichen Wand zurückgezogen haben. Der
» meist in der Mitte liegenden Kern müssen wir als den eigentlichen
» Nucleus der Zelle ansehen. Mit Hæmatein-Ammoniak und Nigrosin
» wird der innere Theil dieses Kernes gefärbt, während eine äussere
» hellere glänzende Zone immer ungefärbt bleibt. Mit Safranin, Pikro-
» carmin und ähnlicher Kernfärbenmitteln erhielt ich dagegen keine
» charakteristischen Tinktionen. Bei Zusatz von Iod zeigt sich, ähnlich
» wie bei den sogenannten Amylumkernen, Stärke an der Peripherie
» des Kernes angehäuft. In den Chromatophoren, in denen ich keine
» Pyrenoide nachweisen konnte, werden durch Iod ebenfalls Stärke-
» körnchen sichtbar. Ausser jenem grossen hellen Kern konnte ich
» ein Anderes als Nucleus zudeutendes Gebilde in den Zellen nicht
» wahrgenommen werden.»

Ammessi tali dati, ci è permesso il dubitare che l'egregio Autore non abbia molto esattamente interpretato la struttura delle cellule della sua *Chætopeltis* e che quello che per lui avrebbe il significato di un vero nucleo, non fosse altro che il pirenoide, avente una posizione centrale, e che le varie placche clorofillacee, le quali, giusta la sua opinione, rappresentano altrettanti cromatofori parietali distinti, fossero le terminazioni delle lacinie dell'unico cromatoforo raggianti dal centro della cellula. Avvalora sempre più questo sospetto l'esame della fig. 9 cui si riferisce l'Autore, e non meno la considerazione dei cromatofori della nostra *Chætopeltis orbicularis*, dove non di rado i lobi del corpo clorofilaceo, in contatto alle pareti, si dilatano considerevolmente restando connessi al pezzo centrale mediante esili tracce debolmente colorate in verde. Tutto ciò trova la sua ragione nella influenza che la luce spiega sullo sviluppo dei corpi clorofillici: è naturale che le regioni dal cromatoforo meglio esposte alla luce debbono presentare uno sviluppo maggiore di quelle che si trovano sottratte alle influenze di questo agente.

Il Möbius asserisce che la *Chætopeltis minor* manchi di appendici a mo' di setole, ma che di frequente egli vi ha riscontrato sulle frondi dei fili di *Leptothrix*. Le prove che egli dà di tale circostanza essendo assai vaghe, io non insisterò sulla possibilità che egli sia stato tratto in errore da superficiali rassomiglianze.

II.

Le osservazioni del Berthold sullo sviluppo della *Chætopeltis* contengono varie lacune. Questo egregio botanico ha soltanto osservato la riproduzione dei talli per via agamica col concorso di zoospore a 4 ciglia; ha descritto la formazione di detti germi e il loro svolgimento. Sulle quali particolarità io non insisterò altrimenti, le mie osservazioni essendo conformi a quelle del Berthold.

Tav. X

Mi preme piuttosto precisare una particolarità di capitale importanza, ed è che, tenendo conto della maniera di sviluppo, occorre distinguere due sorta di frondi: le une a svolgimento agamico per mezzo di zoospore, le altre eminentemente sessuali svolgentisi per zoogamete.

Le due forme di talli costituiscono delle individualità distinte. La conservazione illimitata degli individui è affidata a zigospore ibernanti: prodotto della copulazione di germi mobili sessuali. Le zoospore sono impotenti a conservare a lungo l'organismo: le indefinite generazioni d'individui che da detti germi traggono origine cedono costantemente il posto ad altre d'indole sessuale.

Fig. [illegible]

Gli individui agamici sono frequenti durante l'inverno: ne ho seguito regolarmente lo sviluppo sui talli di *Lemna minor* sino alla metà di Marzo. Il contenuto delle cellule si divide successivamente in 2,4,8 parti che divengono altrettante zoospore. La parete della cellula madre si fende in alto e i germi divengono tosto liberi. Essi sono provvisoriamente racchiusi dentro un comune inviluppo gelatinoso, che si scioglie di buon'ora. Le zoospore sono ovali, con rostro breve, ialino, cui si attaccano 4 esili cigli; hanno un ocello rossigno ed un cromatoforo conformato come quello delle cellule vegetative. Il moto di esse dura circa due ore; cessato il quale, i germi si svolgono in nuovi talli, e ciò nella maniera come è stato descritto dal Berthold.

Lo sviluppo di individui sessuali comincia in primavera, e questi procedono dalla germinazione di zoospore. Essi sono identici in tutto a quelli agamici precedentemente descritti: nessuna differenza quanto al numero delle appendici epitalline e a volume. Le prime fasi di sviluppo decorrono pure nella stessa guisa. Qualunque sia la esten-

v. XXIX. zione del tallo, le cellule centrali si dividono in 4,8, raramente in 16 parti, che prendono a poco a poco una forma tondeggiante. Ben tosto la parete si apre sul lato esterno a mo' di larga fenditura e i germi, racchiusi dentro un comune sacco gelatinoso sporgono dall'apertura, cui rimangono pochi istanti appiccicati dibattendosi dentro il proprio inviluppo. Questo però non tarda a disfarsi ed essi disperdonsi rapidamente nel liquido ambiente.

Detti germi somigliano moltissimo alle zoospore per la forma e struttura. In complesso però appariscono più piccoli potendo misurare una lunghezza che varia da 5-8 μ. Possiedono costantemente due ciglia uguaglianti la doppia lunghezza del corpo.

Fig. 7. Il moto dura tutto al più mezz'ora, durante il quale la più parte dei germi si copulano a due a due, lateralmente, per mezzo delle estremità rostrali. Ne deriva immediatamente una zigospora mobile, che potrebbe facilmente scambiarsi con una zoospora.

Fig. 8. Passate allo stato di riposo, le zigospore prendono una forma sferoide, si cingono di sottile e distinta parete, aumentauo a grado a grado di volume. A capo di tre settimane il germe è pervenuto a completo sviluppo; il suo volume si è quadruplicato sino a raggiungere un diametro di 20 μ. La parete ormai vedesi alquanto ispessita e liscia; il contenuto ricco di gocciole gelatinose.

ig. 9-12. L'ulteriore svilnppo delle zigospore veniva da me osservato ad autunno inoltrato. Il materiale proveniva dagli acquari, dei quali mi ero valso nelle prime ricerche. I germi erano piuttosto in grande numero e giacevano sulle pareti e sul fondo degli acquarî-Durante l'estate gli acquari erano stati vuotati dell'acqua e conservati in una stanza umida e scarsamente illuminata dopo essere stati protetti dalla polvere (9). Sottoposte più tardi le colture a una corrente continua

(9) Con questo semplicissimo mezzo mi è riuscito spesso conservare a lungo colture di Alghe Verdi. Quando non si è in grado d'istituire delle colture pure e si ha la certezza che una data alga di cui si è seguito lo sviluppo, possa incontrare un ostacolo a svolgersi ulteriormente nella copiosa e rapida vegetazione di altre forme che con essa vivono, e sopra tutto allorchè si hanno indizii che detta alga abbia chiuso il periodo di esistenza colla formazione di organi d'ibernazione, di cistidi, il miglior mezzo per assicurarne la conservazione è quello di sottrarvi l'acqua dall'ambiente in cui essa vive ed esporre l'alga

d'acqua di fonte, a capo di un mese mi veniva fatto di osservare la più parte delle zigospore in via di germinazione. Questa si compie come se si trattasse di semplici zoospore. Il germe sulle prime aumenta alquanto di volume fino a raggiungere un diametro di 25-28 μ., visto di profilo si presenta alquanto depresso e con un contorno pressochè ellissoide.

La parete intanto tende a gonfiarsi prendendo la sua sostanza l'aspetto di una gelatina consistente, la quale serve a tenere adeso il germe al substrato. Allora il germe stesso si comincia a bipartire: ne derivano tosto 4 segmenti disposti secondo i quadranti di una sfera, i quali naturalmente rappresentano gli elementi iniziali della fronda.

L'ulteriore sviluppo dei talli non offre nulla di notevole; esso compiesi nella stessa maniera come è stato descritto dal Berthold e dallo stesso Möbius quanto alle *Chaetopeltis minor*.

Tav. X

III.

La prolungata coltura di talli di *Chaetopeltis orbicularis* prova che quest'alga possiede una seconda maniera di svolgimento, non ancora segnalata da altri. Trattasi della dissoluzione delle frondi in elementi distinti, dal tipo di *Palmella* e simili, capaci di persistere indefinitamente e conservarsi per via agamogenetica.

Fig. 13-

Detto sviluppo trae da frondi normali: le pareti cellulari si sciolgono lentamente, diffluendo in una sorta di gelatina trasparente; il

---

stessa a moderate condizioni di luce. La prolungata azione della luce diretta esercita molte volte degli effetti deleteri sui germi delle Alghe quando essi si trovino in un mezzo umido od abbandonati sul fondo di recipienti destinati alla coltura. Ciò probabilmente ha luogo non tanto per via di azioni chimiche o fisiche che la luce stessa spiega sul protoplasma delle cellule, o più particolarmente sulla clorofilla, ma più tosto per effetto della vegetazione di altri organismi, la quale diventa ognor più rigogliosa in presenza di quell'agente che da per se ha tanta influenza sui processi vitali. Con questo non vuolsi negare che le cistidi e simili organi ibernanti non sieno suscettivi di resistere all'azione diretta di eccessiva radiazione, in quanto che le colture pure danno piena ragione di tale attitudine, come si è detto ad altro luogo a proposito di varie altre Alghe.

Tav. XXX. contenuto si organizza in cellula distinta dal contorno circolare; i singoli elementi divengono così liberi. Ordinariamente, mentre comincia siffatta dissoluzione, le singole cellule hanno subìto le prime divisioni. Le quali seguono rapidamente in tutte le direzioni; ne derivano tosto dei cumoli, sovente regolari, pulviniformi; in quanto che il processo s'inizia sempre dal centro delle frondi. Il più delle volte anzi la dissoluzione medesima sembra si arresti in prossimità ai margini dei talli, in maniera che le estreme cellule vi parrebbero escluse e queste lungamente persistono al loro posto.

Fig. 13-15. Le diverse generazioni di elementi che da siffatto sviluppo procedono assumono due forme differenti; alcune svolgonsi in via vegetativa per semplice bipartizione; altre ripetono la loro origine da zoospore. E le due maniere possono vicendevolmente alternarsi, oppure ognuna distintamente e indefinitivamente conservarsi. La forma sferoidea dei singoli elementi rimane sempre inalterata, come del pari la intima organizzazione, mentre varia la maniera di associazione e variano pure le dimensioni.

È degno di considerazione il fatto come il passaggio a questa seconda forma di sviluppo, la quale tanto profondamente sembra differire da quella normale precedentemente descritta, non induce alcuna sostanziale variazione nella costituzione dei singoli elementi. A questo proposito la *Chaetopeltis orbicularis* porge la più istruttiva conferma del principio da me spesse volte accennato circa alla costanza dei caratteri dedotti dallo studio della cellula presso le Alghe verdi. Nel caso particolare di detta Alga, avendo le cellule una forma sferoide, il cromatoforo presenta una grande regolarità, conservando sempre la sua posizione originaria centrale ed un contorno scompartito in profonde lacinie dirette nel senso radiale verso la periferia del corpo protoplasmatico. Il numero delle lacinie medesime è sempre in relazione col volume della cellula crescendo esse alla pari che questo: così in cellule molto grandi misuranti un diametro di 32 μ. quali si trovano rappresentate nelle figure citate a margine. Il cromatoforo ha una forma veramente elegante; vi si contano numerose lacinie radiali a mo' di cordoncini che vanno a finire, colla loro estremità alquanto dilatate, di contro alla parete. Ancorchè il cromatoforo nòn si trovi menomamente spostato dal centro della cellula si nota in esso la ten-

denza ad orientarsi verso un lato della cellula, stessa, precisamente come nel caso di cromatofori laminiformi parietali; così è che su quella parte della parete meno influenzata dalla luce non pervengono le estremità delle lacinie del cromatoforo; rimaste esse brevi e divergendo alquanto tra di loro, ne deriva su quel lato uno spazio affatto scolorato a mo' di vacuola.

Tav. X

Fig. 16

Il pirenoide allogato nel centro della cellula conserva la sua originaria struttura; il suo contorno scorgesi lievemente angoloso, reso distinto dalla presenza di fitte granulazioni amilacee.

La bipartizione delle cellule segue secondo due maniere: ora essa è simultanea in tutto il percorso dei piani di scissione; ora comincia da un lato della cellula ed il piano secante guadagna tosto l'opposto lato. Questo secondo caso, piuttosto non raro, è istruttivo per la dimostrazione del fatto come non sempre la genesi dei pirenoidi proceda da neoformazione, ma che in qualche caso nuovi pirenoidi prendano origine da bipartizione di altri preesistenti.

Le diverse generazioni di elementi formano delle associazioni sovente irregolari a mo' di cumoli seguendo i piani di divisione senza alcuna norma determinata.

Le cellule rimangono raccolte dentro una sorta di muco più o meno abbondante. Alle volte questo è ridotto ad esigue proporzioni, sicchè le cellule si premono mutuamente e divengono quasi poliedriche. Talora si verifica il caso opposto; e nascono delle colonie che hanno tutti i caratteri di *Palmella.* o di *Glœocystis* secondo il diverso grado di differenziazione della gelatina in strati concentrici. In qualche caso derivano delle piccole famiglie costituite da 2 al più 4 cellule, od anche le cellule stesse hanno la tendenza a isolarsi. Le si vedono allora unite da un ampio inviluppo trasparente, dentro il quale si moltiplicano e danno origine a nuovi individui isolati o a piccole colonie di 2 o 4 elementi. In tali casi le cellule presentano vistose dimensioni.

I germi mobili che intervengono ad assicurare un'estesa diffusione alla descritta forma monocellulare, non differiscono dalle zoospore provenienti dalle frondi originarie; salvo che essi sono forniti di due cigli. Del resto presentano variabilissime dimensioni e nascono per divisione del contenuto cellulare in 2 parti oppure in 4, od anche in

v. XXX. 8 o 16 e germinano immediatamente dando luogo ora a colonie a sviluppo vegetativo, ora a nuovi elementi zoosporiferi.

IV.

g. 18-20. Sotto qualsiasi forma di sviluppo vien considerata la *Chaetopeltis orbicularis* è suscettiva di passare allo stato ibernante senza l'intervento delle zigospore. A tal uopo le sue cellule si trasformano in cistidi o ipnospore. Detti organi provengono tanto dalle frondi direttamente, quanto dalla forma monocellulare.

Le cistidi talline prendono origini da tutti gli elementi della fronda o da pochi soltanto. In quest'ultimo caso formano delle aree ben definite appunto perchè per la loro forma e per il colorito spiccano benissimo in confronto agli altri elementi rimasti allo stato vegetativo. Nell'atto in cui una cellula si trasforma in cistide il suo contorno, già poligonare, diviene a poco a poco tondeggiante. La lamella intracellulare acquista maggiore spessezza e trasparenza; la parete stessa cresce insensibilmente di spessore, diviene più opaca e consistente: in ultimo acquista una tinta bruniccia.

Compiuto il processo di formazione, la sostanza intracellulare si gonfia e lentamente si scioglie: così le cistidi si separano e disperdonsi nel liquido ambiente.

Identiche cistidi hanno origine da elementi isolati, allo stato palmellaceo. Degni di nota sono alcuni casi di incistamento diretto di zoospore. Ho ripetutamente rivolta la mia attenzione a questo fenomeno singolarissimo. Le zoospore isolate e vaganti passano lentamente allo stato di riposo· perdono i cigli; il loro contorno diventa molto marcato senza che si possa distinguere una membrana spessa e consistente; il protoplasma si riempie di copiose gocciole gelatinose. Al momento della germinazione comparisce intorno al germe un margine bianchiccio che sempre più si stacca dal contenuto e s'inspessisce fino a pigliare in ultimo la forma di un ampio sacco di trasparente gelatina. Il contenuto intanto, sceverato dalla maggior parte delle suddette gocciole, si organizza in una nuova zoospora, la quale, dopo essersi alquanto rivoltolata ed aggirata dentro la circostante tunica gelatinosa, diviene libera e si spande nell'acqua.

Dette cistidi, come in generale tutti gli organi ibernanti, sono suscettive di sopportare benissimo la siccità. Germinando riproducono la forma dalla quale derivano.

Tav. XXX
Fig. 18-20

V.

Le ricerche su esposte ci permettono di dedurre:

1.° Che il genere *Chaetopeltis* è contraddistinto da forme d'acqua dolce a frondi dal tipo coleochetaceo, provviste di appendici setoliformi, ialine quali venivano per la prima volta riconosciute dal Berthold.

2.° La moltiplicazione agamica si compie col concorso di zoospore (macrozoospore) a 4 ciglia provenienti dalle cellule talline.

3.° Gli individui moltiplicansi anche sessualmente per mezzo di zoogamete del tutto somiglianti alle zoospore, ma provviste di due ciglia soltanto.

4.° Esistono individui distinti a sviluppo agamico e individui a esclusivo svolgimento sessuale.

5.° Dalla copulazione delle zoogamete provengono delle zigospore ibernanti svolgentisi direttamente in nuove frondi.

6.° Per dissoluzione delle frondi gl'individui passano allo stato palmelloideo, il quale persiste indefinitamente e si accresce col concorso di zoospore a due ciglia e per via vegetativa.

7.° Molto verosimilmente il ritorno alle condizioni primitive da quest'ultima fase si effettua per opera di germi mobili.

In seguito a tali risultamenti resterebbe sempre più avvalorato il sospetto che la *Chaetopeltis minor* del Möbius non fosse cosa ben differente dalla nostra Alga e parrebbe quasi fuor di dubbio che l'egregio Autore avesse così quel nome indicato degli individui sessuali della detta *Ch. orbicularis*. Cosicchè è al Möbius stesso che andrebbe attribuito il merito della scoperta di quest'ultima fase. Tale congettura mancherebbe poi di ogni fondamento qualora venisse dimostrato che effettivamente l'alga descritta da questo chiarissimo botanico possiedesse delle cellule costituite secondo il tipo delle Croolepidacee: il che non risulta abbastanza evidente dal cenno descrittivo del Möbius.

La descritta maniera di sviluppo della *Chaetopeltis orbicularis* trova perfetto riscontro presso parecchie Ulotrichiacee. Valgano ad

sempio i generi *Hormiscia*, *Stigeoclonium* e *Drapanaudia*. Quivi, astrazione fatta dalla fase a svolgimento palmelloideo, comune del resto a molte altre Cloroficee di valore sistematico assai disparato, la riproduzione agamica compiesi collo intervento di zoospore (macro-zoospore) a 4 ciglia generate in poco numero dagli articoli del tallo; quella sessuale invece ha luogo col concorso di zoogamete provviste di 2 ciglia e pur esse prodotte dagli elementi vegetativi della fronda. Ma mentre nei citati generi, come in parecchi altri, questi ultimi germi possono in via partenogenetica prender parte al processo riproduttivo, presso la *Chaetopeltis orbicularis* evvi un progresso di differenziamento sessuale meglio definito. Questa considerazione deve anzitutto guidarci nella ricerca della posizione sistematica del nostro genere e delle sue relazioni con altre Alghe verdi. Evidentemente tale criterio ci permette *a priori* di distaccare il gen. *Chaetopeltis* dai *Protoderma*, dagli *Ctenocladus*, dai *Chlorotylium*, *Chloroclonium*, *Pleurothamnion*, dagli *Entoderma* e dalle vere Ulotrichiacee e Chetoforee da una parte, e dalle Ulvacee dall'altra per costituirne un gruppo ben distinto che potrebbe con giusto fondamento assumersi come tipo di una distinta famiglia o tributo della *Ulotrichiales* e di che sarà detto meglio poi.

È utile intanto il notare come non solo i dati dedotti dallo sviluppo dell'alga di cui è parola, ma altresi varie considerazioni d'indole morfologica appoggiano tale maniera di vedere. Epperò, a me pare che nessuna ragione giustifichi l'opinione di Hansgirg che le affinità del genere *Chaetopeltis* sieno da ricercarsi dentro i confini della piccola famiglia delle Coleochetacee. È ovvio il dimostrare quanto infondato sia tale giudizio: le *Coleochaete* sono evidentemente delle Alghe di un valore sistematico assai disparato, e basta per convincersene la semplice considerazione che esse sono delle Cloroficee oogame per eccellenza. Esiste bensì una certa rassomiglianza quanto alla costituzione delle frondi; ma evidentemente trattasi di mere analogie superficiali nella stessa guisa come identiche analogie esistono confrontando tanto le frondi delle stesse *Coleochaete*, quanto quelle della *Chaetopeltis orbicularis* coi talli orbiculari e disciformi di alcuni generi delle Croolepidacee, tali p. e. *Chromopeltis* Reinsch, *Phycopeltis* Mill., *Phyllactidium* Kütz. ecc. Il cromatoforo centrale, stella-

to-laciniato e provvisto di pirenoide, costituisce per le cellule della nostra *Chaetopeltis orbicularis* una caratteristica ben significante o di cui non troviamo riscontro che presso le *Prasiola*; ma queste ultime sono indubitatamente delle vere Protococcoidee, come ho dimostrato in altra parte di questi Studi.

Meritano particolare considerazione le appendici setuliformi di cui sono rivestite le frondi di *Chaetopeltis*. Il valore morfologico di detti organi è quello, secondo me, di semplici formazioni cellulosiche appendicolari procedenti dagli strati interni della membrana cellulare.

Forse avranno potuto essere in origine dei veri ramuli; ma ciò non puossi dedurre con sicurezza dalle loro condizioni attuali di struttura. Mi parrebbe per ciò che sarebbe meglio il considerarle come localizzazioni particolari di materia cellulosica nella stessa guisa come, sebbene in minori proporzioni e in differente forma, si osserva allo esterno delle pareti cellulari di molte altre alghe inferiori p. e. *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Trochiscia*, etc. o meglio *Dicranochaete*, *Gloeochaete* etc. Gli strati esterni della membrana ordinariamente non prendono parte alla costituzione del corpo della setola, e tutto al più essi formano intorno alla base di questa una sorta di cercine o collaretto. Siffatta regione, nel caso della *Chaetopeltis orbicularis*, acquista esigue proporzioni, mentre può raggiungere uno sviluppo più o meno notevole in altre Cloroficee; così nelle *Coleochaete* e nei generi *Ochlochaete*, *Acrochaete* e *Bulbocoleon*; da ciò la formazione di una sorta di guaina involgente la base delle setole, quale è stata descritta dagli autori. I reattivi coloranti danno alla detta guaina dei caratteri alquanto differenti da quelli della materia che costituisce il corpo della setola stessa, almeno trattandosi di saggi che hanno raggiunto completo sviluppo e di setole vecchie. Ho studiato con molto interesse tale quistione. Nel *Bulbocoleon piliferum* Pringsh. lo sviluppo della guaina è considerevole (10); nelle cellule che son prive di setole, al posto di queste esiste un considerevole inspessimento della membrana, che rende il vertice della cellula stessa più o meno fortemente prominente.

La quale considerazione ci permette di non confondere le appen-

(10) N. PRINGSHEIM, *Beitr. z. Morph. der Meeresalg.*. Tav. 1, fig. 4-5.

dici fragelliformi delle *Draparnaudia*, dei *Chaetonema*, degli *Herposteiron*, delle *Phoeophila*, delle *Chaetophora* e degli *Stigeoclonium* colle setole di cui è parola. Esse presentano più evidenti i caratteri di ramuli normali modificati per più o meno piccolo tratto, trasformati più o meno completamente in pelo jalino. Evvi dunque una certa differenza mortofologica, della quale va tenuto conto nella ricerca delle affinità del genere *Chaetopeltis*. Al Signor Hansgirg (11), che pure è stato il primo a richiamare l'attenzione degli Algologi sulla differente costituzione delle setole dell'*Aphanochaete repens* Berth. (non Al. Br.) e dell'*Herposteiron confervicolum* Näg., non è sfuggita tutta la importanza di tal fatto.

Ciò premesso, il gen. *Chaetopeltis*, allo stato presente delle nostre cognizioni, non può gran fatto allontanarsi da tutte coteste forme od appendici parietali a mo' di setole. Per la forma esplanata delle sue frondi e per i suoi cromatofori centrali, stellati e provvisti di unico pirenoide esso conserva però sempre un posto distinto. Le sue maggiori affinità sono per talune forme di *Aphanochaete*. A questo proposito piacemi di ricordare come tra le specie riferite dall'Hansgirg a questo genere due, mi sembra, che vi sieno interamente estranee: ambedue già descritte e figurate dal Nordstedt (12) ed appartenenti alla flora estraeuropea, cioè, l'*Aph. globosa* (Wolle) e l'*Aph. polytricha* Nordst. delle isole di Sandwich e della Nuova Zelanda. Della prima specie io ebbi già occasione di esaminare un piccolo saggio allo stato di piena vegetazione in mezzo al copioso materiale di alghe di Papuasia osservate sui crani umani della collezione Loria. Per quanto incomplete le mie ricerche, sono in grado di segnalare alcune particolarità caratteristiche di questa forma, le quali mancano nella indicazione del Sig. Nordstedt.

Il tallo dell'*Aph. globosa* è di forma globoide, come precisamente è stato indicato dallo stesso Nordstedt. ed a prima giunta si direbbe costituito dall'associazione di molti elementi distinti dalla forma sferica, disposti irregolarmente e racchiusi tutti dentro copiosa massa di

---

(11) Vedi *Flora*, 1888, n. 14.

(12) O. Nordstedt, *De Algis et Characeis Sandwichensibus*, F. p. 23, fig. 22, 23, e *Freshw. Alg. of New Zealand*, pag. 16, Tab. I, fig. 20-23.

trasparente gelatina. Realmente poi trattasi di una fronda costituita da filamenti ramificati con un certo ordine e del quale troviamo pieno riscontro nella maniera colla quale si accrescono i talli della *Chaetopeltis orbicularis*. Ogni ramulo, cioè, consta di un solo articolo, il quale assume subito una forma esattamente sferica e quindi germina in alto producendo *due* nuovi articoli, che divengono pur essi globoidi e poscia dànno origine superiormente a due nuovi elementi; e così poi continuasi l'accrescimento della fronda. Cotesto processo di ramificazione, non esplicandosi in uno stesso piano come nel caso della *Chaetopeltis*, le frondi anzichè prendere una forma espansa, assumeranno quella globoide.

Non meno evidenti punti di contatto presenta ancora colla nostra *Chaetopeltis*, sia per la presenza di delicate setole epitalline, isolate sul vertice di ogni cellula, sia per la costituzione del contenuto cellulare; in questo si distingue infatti un grosso cromatoforo centrale diviso in poche valide lacinie raggianti.

Prendendo come norma le indicazioni del Nordstedt relative all'altra specie, l'*Aphanochaete polytricha*, si può con qualche probabilità asserire che si tratti di forma molto somigliante alla precedente, forse non del tutto differente che come specie distinta di uno stesso genere. La costituzione del quale parmi pienamente giustificata ed il nome di **Nordstedtia** molto più opportuno per contraddistinguere tali forme dall'*Aphanochaete repens* Berth. e dalla *Aph. vermicularis* Wolle (13).

Così dunque, come vedesi, il genere *Chaetopeltis* non rimane affatto isolato dentro i confini del piccolo gruppo di cui esso va assunto come tipo; le *Nordstedtia* vi trovano altresì posto, cosicchè nell'in-

---

(13) Val la pena notare come l'Alga indicata e rappresentata dal WOLLE (*Freshw. Alg. U. S*, p. 119, Tav. CV, fig. 5,6) sotto il nome di *Aphanochaete globosa* come denominazione sinonima di *Herposteiron globosum* Nordst., non abbia nulla che fare con quest'ultima pianta. Basta un semplice sguardo alla figura per convincersene. Il disegno piuttosto conviene ad un'altra specie non ancora descritta e che io conosco dalla palude di Ortora e che si può indicare col nome di *Aphanochaete Wolleana* mihi. La stessa osservazione può farsi quanto alla *Aphan. repens* figurata dal Wolle medesimo (fig. 8): se il disegno è esatto, trattasi di una specie molto diversa da quella accennata dall'Autore.

sieme la piccola tribù delle Chetopeltacee costituirà un plesso sistematico ben definito.

Tali considerazioni e i risultati delle esposte ricerche sulla morfologia e sullo sviluppo degli *Ctenocladus*, dei *Protoderma*, degli *Entoderma*, dei *Cloroclonium* e dei *Pleurothamnion* possono infine porgerci argomento ad alcune applicazioni più generali di sistematica, disponendo e graduando nel seguente schema le affinità di detti generi:

COHORS..... ULOTHRICHIALES

Algæ chlorophyllosæ, isogamæ, multicellulares; cellulis chromatophoro plerumque parietali pyrenoide amylifero centrali instructo.

Fam. I. **Ulvaceae.**

Frons parenchimatoidea explanata aut tubulosa v. saccata, cellulis chromatophoro amplo laminæformi, margine integro, tota superficie minute chlathrato-perforato, pyrenoidibus 2-paucis instructo (14).

1. Ulva L.
2. Monostroma, Thr.

---

(14) Secondo lo Schmitz (*Die Chromatophoren der Algen*, Bonn, *1882*, p. 12) il cromatoforo delle *Ulva* ha la forma d'un'ampia placca che riveste e segue il contorno interno delle pareti delle cellule. Tale indicazione manca di bastevole precisione. È bensì vero che ogni cellula possieda un solo cromatoforo della forma descritta dallo Schmitz.; è da notare peraltro che la superficie di ogni placca è qua e là interrotta da perforazioni più o meno irregolari e di varia ampiezza o da areole corrispondenti a regioni di esiguo ispessimento. Le quali particolarità vengono chiaramente messe in rilievo dall'acqua jodata ed esaminando i preparati sotto forti ingrandimenti. Si aggiunga ancora che ogni cromatoforo possiede da uno a quattro pirenoidi rivestiti da indumento amilaceo. È agevole lo assicurarsi come i pirenoidi prendano origine per un processo di neoformazione che ha sede in seno alla sostanza del cromatoforo, giammai per bipartizione di un cromatoforo preesistente. La comparsa di nuovi pirenoidi segue di pari passo l'accrescimento in volume delle cellule cui appartengono, ed è quindi un fenomeno che precorre la bipartizione degli elementi medesimi.

3. **Enteromorpha**, Lk,
4. **Letterstedtia**, Aresch. (15).

Fam. II. Chætophoraceæ.

Frons filamentosa, ramosa, rami ad apices aut lateraliter in setam hyalinam abeuntes.

Tribus 1.ª Chætopelteæ

Filamenta dichotome ramosa; ramuli uni-articulati; appendice setiformi, basi haud vaginata et inarticulata, instructi; cellulis chromatophoro centrali, laciniato-stellato præditis,

1. **Chætopeltis** Berth. Ramuli lateraliter simul concreti et frondem explanatam; discoideam, substrato adnatam, efficientes.

2. **Nordstedtia** mihi (Aphanochætis sp. Hansg.). Ramuli muco copioso achroo obvoluti et thallum globosum, libere natantem, constituentes.

Tribus 2.ª Acrochæteæ.

Filamenta alterne ramosa: ramuli pauci-multiarticulati, setula hyalina basi vaginata, simplice, instructi, cellulis chromatophoro amplo, laminæformi, donatis.

Ochlochæte Thwait. (16) (Aphanochæte Hansg. ex p. non Al. Brau.

Achrochæte Pringsh.

Bulbocoleon Pringsh.

---

(15) Generi da escludersi dalla famiglia delle Ulvacee sono.
Schizomeris Ktz. (Cfr. p. 234).
Prasiola Ag. (Cfr. p. 201 e seg.)
Protoderma Ktz. (Cfr. p. 245).
Ulvella Crouan (Cfr. p. 284).
Pringsheimia Reinke (Cfr. n. 284).
Dermatophyton Peter (Cfr. 286).

(16) Non credo che sia attendibile l'opinione del FALKENBERG (*Die Meeres-*

Tribus 3.ª Chætophoreæ

Filamenta, ramosa alterne ramuli ad apices aut lateraliter in pilum longum, hyalinum, articulatum basi haud vaginatum abeuntes; cellulis chromatophoro parietali, laminæformi toto ambitu laciniato lacerato, 2-4 pyrenoidibus instructo, donatis. (17).

Algen des Golfes von Neapel p. 233) circa alle relazioni della *Phœophila Floridearum* di Hauck col genere *Ochlochæte* et THWAITES. Conosco quella pianta da esemplari ricevuti dal compianto autore e per averla io stesso poi raccolta a Messina. Anche dell'*Ochlochæte Histrix* Thwait. ho visto dei saggi, od almeno io credo identificare con tale specie un'alga molto somigliante a quella con tal nome figurata dall'HARWEY (*Phyc. brit.*, tab. 226) e parecchie volte da me osservata nei laghetti marini di Ganzirri presso il Faro di Messina. I filamenti formano delle estese placche, a contorno irregolare, su tutti i corpi sommersi; talora ne derivano dei cuscinetti distinti o qua e là confluenti insieme. Ogni cellula contiene un ampio cromatoforo parietale con parecchi pirenoidi e dà insezione ad una lunga setola jalina dal tipo coleochetacco. Le zoospore nascono in numero di 8-16 in ciascuna cellula; esse sono ovali, ed hauno 2 ciglia ed un ocello rossigno. Non so altro dello sviluppo di questa pianta; ma tutto ciò basta per assicurarci come non possa accettarsi l'opinione di PRINGSHEIM (*Beiträge zur Morph. d. Meeres-Algen* p. 6) circa l'identità della *Ochl. Histrix* con la *Coleochæte pulvinata*. Riunisco pure al genere *Ochlochæte* l'*Aphanochæte repens* del Berthold (*Unters. üb. die Verzweig einig. Süsswass.* t. 4 fig. 2-5), sulla fede dei disegni del chiarissimo Autore.

(17) Ho studiato con particolare interesse la struttura dei cromatofori della *Drapanaudia plumosa* Kütz. Anzitutto è da notarsi come tra le cellule de' rami principali e quelle dei ramoscelli laterali corre una certa differenza. Quelle sono molto più lunghe e alquanto più larghe. I cromatofori risaltano presso queste ultime nella forma loro tipica. Essi hanno i caratteri di una placca parietale a contorno molto irregolare e più precisamente scompartito in un numero variabile di anguste lacinie di differente lunghezza. Laddove la placca è continua e cinge a mo' di anello trasversale la cavità della cellula, le dette lacinie veggonsi rivolte nella direzione longitudinale dell'articolo adagiandosi sulle relative pareti con percorso parallello. In tali condizioni talvolta stabilisconsi per piccol tratto, tra due contigue lacinie, delle aderenze in modo da derivarne qua e là delle anguste perforazioni. Nel caso in cui la placca circonda solo parzialmente l'articolo, i lembi prospicienti e che non si toccano, presentano dei corti e irregolari lobi; del resto il cromatoforo offre i medesimi caratteri dei precedenti.

Herposteiron Näg. (Aphanochæte A. Br.; Chætonema Novak)
Stigeoclonium Ktz. (18) (Endoclonium Szym.)

In complesso i cromatofori di quest'Alga sarebbero delle ampie placche a contorno profondamente laciniato-stellato. Le lacinie confluiscono alla base, cosicchè nel centro la sostanza del cromatoforo apparisce continua. Le lacinie sono strette e disuguali: la loro estensione è in relazione colla forma d'incremento della cellula. Essendo in prevalenza l'accrescimento longitudinale, è appunto in questa direzione che i segmenti del cromatoforo prendono maggior sviluppo.

Il cromatoforo è sede di copiosa formazione di materia amilacea. I granuli d'amido si scorgono allineati in serie dentro la sostanza delle lacinie e irregolarmente sparsi nella porzione centrale. Frammisti ai granuli scorgiamo dei pirenoidi. Il numero di questi varia da 4 a 7 ed evidentemente si nota come essi prendano origine per conseguenza di un vero processo di neoformazione. Si può agevolmente costatare la loro comparsa al momento in cui incomincia la bipartizione del cromatoforo e durante lo sviluppo di questo. La scissione del corpo clorofillaceo avviene per la regione mediana; i due segmenti separati contengono alcuni pirenoidi già preesistenti. L'accrescimento di essi segmenti segue per la periferia e vediamo allora allungarsi le lacinie e così completarsi la forma del cromatoforo. I nuovi pirenoidi compariscono sulle regioni di recente formazione, cosicchè quelli più giovani si scorgono costantemente verso i limiti estremi del cromatoforo. Questa regola non presenta eccezioni.

I cromatofori dei rami laterali offrono la medesima struttura di quelli descritti: essi sono però in tutte le loro parti meno sviluppati; assai più corte appariscono le lacinie e alquanto più larghe, in modo da derivarne delle placche a contorno quasi continuo. Ma ciò naturalmente dipende dalla forma e dalle dimensioni degli elementi che contengono i detti cromatofori: del resto i caratteri fondamentali rimangono invariati.

(18) Non so veramente se vi sieno sufficienti ragioni per conservare il genere *Endoclonium*. Conosco benissimo una forma che vi appartiene, l'*End. polymorphum* che il Franke già studiava sotto la mia direzione a Messina nel 1882. Se l'endobiotismo fosse un carattere bastevole per giustificare la costituzione di quel genere, nulla di più logico per abolirlo, in quantochè l'endobiosi, descritta prima del Szymanski e poi dal Francke, non costituisce una speciale condizione morfologica per le forme che ne sono dotate. Questa facoltà in sostanza non rappresenta che uno stato precario facoltativo, una mera accidentalità che non è poi del tutto frequente. Difatti gli individui di *Endocl. polymorphum* viventi allo interno delle frondi di *Lemna* sono molto rari in confronto di quelli che crescono alla superficie di queste, come molto più nu-

Draparnaudia Bory.
Chætophora Schrank.
Phoeophila Hauck.

---

merosi sono quelli che s'incontrano liberi su qualunque piccola accidentalità della palude, su qualsiasi corpo sommerso. Ad assegnare un nome a tali individui non ci troveremmo punto imbarazzati: essi rispondono ai nomi di *Stigeoclonium variabile* Näg., *S. setigerum* Ktz. ecc. Perchè da uno *Stigeoclonium* si passi ad un *Endoclonium*, la via è facile, spedita: la diretta osservazione lo conferma. Data una zoospora di *Stigeoclonium* liberamente vagante alla superficie di uno stagno e posto che essa incontri la fronda di una *Lemna*, il germe guadagnerà tosto i margini e favorito dalla inclinazione di questi si avanzerà; il moto diverrà sempre più lento: la zoospora è costretta a strisciare contro la superficie della fronda ove la più lieve diseguaglianza aumenta gli ostacoli, accresce gli sforzi che la zoospora deve fare per spingersi innanzi. Così è che quasi inevitabilmente gli orli prominenti dalle aperture stomatiche arrestano il germe e quivi esso impigliato, si dibatte, si agita e finisce poi col trovare una stabile dimora all'interno della cavità dello stoma, ove s' inizia lo sviluppo del germe e, secondo le qualità di questo, ora prendono origine dei talli normali, ora esso passa allo stato monocellulare. Per questa via dunque si stabilisce l'endobiotismo degli *Stigeoclonium* come la diretta osservazione lo prova, e così pure colle medesime modalità potrebbero assumere forma endobiotica altre Cloroficee favorite da condizioni speciali di *habitat*. E mi sia permesso a questo proposito di ricordare lo stesso *Protoderma viride* come risulta da mie recenti indagini. Rammenterò pure come per mezzo di appropriate colture si riesce benissimo a determinare la forma e la origine di tutti questi casi d'endofitismo. Le zoospore delle Alghe essendo dotate di eliotropismo positivo si spandono alla superficie dell'acqua in acquari a pareti opache; l'impiego di tali recipienti agevola tal genere di ricerche quando ci si giovi come substrato di frondi di *Lemna*. In vaschette di vetro quindi esposte da ogni lato all'influenza della luce, difficilmente si riesce a ottenere de' casi d'endofitismo in via artificiale. Il genere *Endoclonium* non può, per tali considerazioni, ritenersi distinto dal genere *Stigeoclonium*; molte forme locali di quest'ultimo possono divenire endofitiche, tanto più che quasi tutte le specie e *Stigeoclonium* sono epifitiche, o possono tali divenire per condizioni di stazione.

Una diligente rassegna di tutti questi casi, colla scorta di ricerche sperimentali, sarebbe davvero utilissima, anche allo scopo di determinare in quali possibili rapporti si trovino talune forme monocellulari eminentemente endobiotiche (*Endosphaera, Clorosphaera, Phyllobium* ecc.) cogli stadi unicellulari normali di varie Cloroficee superiori a endofitismo facoltativo o accidentale.

Fam. II. Ctenocladiaceæ.

Frons filamentosa, ramosa; ramuli ad apices haud piliferi; cellulis chromatophoro parietali, laminæformi, irregulariter laciniato-stellato, pyrenoide unico instructo, præditis.

Tribus 1.ª Protodermeæ.

Ramuli lateraliter plus minus simul concreti et thallum expansum substrato adnatum efficientes.

Protoderma Ktz.

Ulvella Crouan (Pringsheimia Reinke).

Tribus 2.ª Entodermeæ

Ramuli alterni liberi (*Endobieæ*).

Entoderma Lagher. (Epicladia Reinke). Cellulæ omnes fructiferæ; macrozoosporæ ciliis 4.

Chloroclonium mihi. Ramulorum cellulæ terminales solum fructiferæ; macrozoosporæ ciliis 2.

Tribus 3.ª Ctenocladieæ.

Ramuli liberi, secundatim dispositi v. saltem juniores, opposite distici.

Chlorotylium Ktz. Cellulæ omnes fructiferæ; macrozoosporæ ciliis 4.

Ctenocladus mihi. Cellulæ apicales in zoosporangia transmutatæ; macrozoosporæ ciliis 2.

Pleurothamnion mihi. Ramuli opposite distici saltem juniores; cellulæ omnes denique in zoosporangia evolutæ; macrozoosporæ ciliis 2.

Fam. IV. Ulothrichiaceæ.

Frons filamentosa, simplex; cellulis chromatophoro parietali, laminæformi, margine integro, pyrenoide centrali, unico, instructo.

Hormiscia Fries ex p. Filamenta ad apices obtusa; macrozoosporæ ciliis 4.

Ulothrix Kutz. ex p. Filamenta ad apices obtusa; macrozoosporæ ciliis 2.

Uronema Laghr. Filamenta ad apices mucronata; macrozoosporæ ciliis 4.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

TAVOLA XXIX

Fig. *1.* — Fronda adulta (il contenuto cellulare non è stato indicato) $\left(\frac{150}{1}\right)$

» *2.* — Porzione di una fronda a sviluppo incipiente per macrozoospore $\left(\frac{750}{1}\right)$

» *3.* — Porzione della stessa vista di profilo per mostrare la inserzione delle setole $\left(\frac{750}{1}\right)$

» *4.* — Una fronda adulta vista di profilo. $\left(\frac{850}{1}\right)$

» *5.* — Fronda adulta in via di sviluppo per zoogamete $\left(\frac{400}{1}\right)$

» *6.* — Zoogamete libere $\left(\frac{400}{1}\right)$

» *7.* — Casi di copulazione di zoogamete. $\left(\frac{400}{1}\right)$

TAVOLA XXX

» *8.* — Zigospora matura aderente al corpo di una *Vaucheria*, vista di profilo $\frac{400}{1}$

» *9-12.* — Stadi successivi di sviluppo delle zigospore $\left(\frac{100}{1}\right)$

» *13-15.* — Diverse forme di colonie a sviluppo palmellaceo provenienti da frondi normali a svolgimento vegetativo.

» *16-17.* — Cellule distinte della precedente forma molto ingrandite ed in via di bipartizione. $\left(\frac{900}{1}\right)$

» *18.* — Cistide talline. $\left(\frac{400}{1}\right)$

» *19-20.* — Zoospore incistate e sviluppo di esse. $\left(\frac{400}{1}\right)$

NB. Nella maggior parte delle figure le setole sono state incompletamente rappresentate.

GLŒOTILA Kutz. (ch. auct.)

Le nostre conoscenze intorno al genere *Glœotila* sono troppo vaghe, manchevolissime. Le diagnosi del Kützing (1), riportate poi dal Rabenhorst (2) e dal De Toni (3), fanno pensare alla possibilità che sotto quel nome sieno state confuse delle forme di disparatissimo valore sistematico di cui parecchie persino riferibili alle Cianoficee. Riferendoci peraltro alle sommarie indicazioni descrittive e alle figure degli Autori si acquista la convinzione che talune specie non sieno effettivamente altro che delle vere *Ulothrix* a filamenti delicatissimi esili; di che si è per lo meno certi per le forme note coi nomi di *G. protogenita*, *G. pallida* e *G. mucosa*. Le indicate differenze di volume degli articoli vegetativi sono di così lieve momento che non vale davvero la pena il discutere del valore di detti nomi. Interessa invece moltissimo il precisar meglio coteste relazioni fra *Glœotila* e *Ulothrix* e determinare i caratteri che potrebbero al caso giovare e distinguere ambo questi due gruppi generici.

Com'è noto, una delimitazione del genere *Ulothrix* nel senso dei vecchi algologi, è del tutto inammissibile; molte specie vi sono affatto estranee; tali p. e. *Ulothrix radicans* Ktz., *U. varia* Ktz., *U. parietina*, Ktz., *U. delicatula* Rabh., *U. crassiuscula* Ktz. ecc., tutte riferibili al genere *Prasiola*. Altre specie, caratterizzate anzitutto dalle dimensioni più vistose e da una stazione eminentemente acquatica, hanno per tipo fondamentale la *Ulothrix zonata*, specie divenuta or-

1) *Phyc. gen.* p. 245 e *Spec. alg.* p. 363.
(2) *Fl. eur. alg. aqu.* etc. III, p. 319.
(3) *Sylloge Algarum* I, pag. 173.

mai classica dopo le belle ricerche del Dodel (4). Ed è appunto che colla scorta di tali dati necessaria si rende la limitazione di un terzo gruppo di forme aventi per principali rappresentanti la *U. flaccida* Ktz. e la *U. nitens* Menegh. E di fatti presso la *U. zonata* Ktz., *U. thermarum* Wartm. (5), *U. stagnorum* Ktz., *U. inæqualis* Ktz. (Rabh. Alg. n. 1073!) *U. tenuis* Ktz. (Rabh. Alg. n. 1539!) ecc. (6), oltre al relativo maggiore spessore delle pareti cellulari notansi come organi di riproduzione delle (macro) zoospore a 4 ciglia, nate solitarie nei singoli articoli, il che non si osserva presso l'*Ul. flaccida* e simili, ove le membrane degli articoli sono alquanto esili e delicate e le zoospore possiedono costantemente due ciglia soltanto. A parte quindi varie altre considerazioni di sviluppo e di *habitat*, evvi convenienti ragioni per proporre la costituzione dei due gruppi *Hormiscia* e *Ulothrix* riferendo a quest'ultimo integralmente la *U. flaccida* colle sue numerose varietà locali (7). Sistemato così l'antico genere *Ulothrix*, resta ancora qualche lacuna da colmare: talune forme si distinguono per una maggiore delicatezza dei filamenti, non superando questi un *maximum* di diametro trasversale di 4 o tutto al più 5 micromillimetri; le pareti cellulari appariscono estremamente sottili e molto più quelle trasversali; la cavità è occupata da un ampio cromatoforo parietale privo affatto di pirenoide. Appunto tali forme io ritengo sieno quelle cui meglio convengono le indicazioni degli Autori relative al genere *Glœotila*, il quale perciò può considerarsi come abbastanza nettamente definito. Certo, il precisarne i limiti è cosa difficile stante la deficienza di materiale di confronto e le manchevoli

---

(4) Nei *Jahrb. für wiss. Bot.* di PRINGSHEIM, X, p. 417-550 con 8 tav.

(5) Secondo me a torto il Wille (*Om Hvillerceller hos Conferva* p. 23) riferisce questa specie, di cui un esemplare trovasi divulgato nelle Decadi Rabenhorstiane sotto il n. 655, al genere *Conferva*; essa va piuttosto inclusa nel genere *Hormiscia*.

(6) La *U. tenuis* del n. 1539, *b* delle Alghe Rabenhorstiane è cosa ben differente dell'omonimo saggio del n. 1539; forse trattasi di una *Conferva*.

(7) Poche Cloroficee come la *U. flaccida* godono di un'area geografica così vasta; in nessuna parte del mondo essa manca: è una specie eminentemente cosmopolita dotata di immenso potere di adattamento ed estremamente variabile.

indicazioni diagnostiche. In ogni modo sottraendo dal genere *Ulothrix* tutte quelle forme aventi i caratteri suaccennati e così squisitamente contraddistinte da articoli a cromatofori privi di pirenoidi, il genere *Glœotila* acquista importanza sistematica.

Valgono intanto ad avvalorare questa mia opinione i seguenti dati dedotti da particolari ricerche sullo sviluppo e sulla organizzazione di una specie qualunque di questo genere. Riferirò detta specie alla *G. mucosa* Ktz. dando a questo nome un significato alquanto vasto per includervi delle denominazioni sinonime (8).

I.

La *Glœotila mucosa* è un'alga frequentissima in luoghi acquitrinosi, nel fondo degli stagni o sparsa tra fili galleggianti di varie Conferve; talora anche sul suolo umidiccio, sui muri vecchi, sui tetti, sui rottami di fabbrica. Si accompagna colle *Prasiola*, col *Porphyridium cruentum*, con la *Ulothrix flaccida*, colle *Oscillaria* e simili in luoghi inquinati da materie organiche. Squisitissimo é il suo potere di adattamento alle mutabili condizioni del substrato, comportandosi in ciò come tutte le altre forme egualmente cosmopolite e tanto abbondantemente diffuse. Per questo riguardo esiste un perfetto parallelismo tra lo svolgimento della *Glœotila mucosa* e quello della *Ulothrix flaccida* (9).

TAV. XXXI.

Fig. 1-3.

---

(8) Come sinonimi della *Glœotila mucosa* sono probabilmente da accettarsi: *G. protogenita* Ktz. *G. hyalina* Ktz. *G. pallida* Ktz. *Ulothrix subtilissima*, *Ul. tenerrima* Ktz. (ex p.) *U. flaccida* var. *minor* Hansg. etc. Di altre denominazioni sinonimiche sarà detto poi.

(9) Lo sviluppo della *Ulothrix flaccida* porgeva argomento al signor HANSGIRG (*Algologische und physiologisch. Studien*, Prag. 1886) ad estese considerazioni sulla dottrina del polimorfismo delle Alghe. Mancando le ricerche di quell'egregio Algologo di una base sperimentale veramente rigorosa, le sue deduzioni appariscono per lo meno ipotetiche; molti fatti da lui ammessi mancano di verosimiglianza. Ad un opposto eccesso di esagerazione vediamo ispirato un recente lavoro del signore P. GAY (*Recherches sur le developpement et sur la classif. de quelques Algues Vertes*, p. 77.) rificttente lo svolgimento della stessa *Ulothrix flaccida*. Secondo questo Algologo, detta specie va anno-

Tav. XXXI.

Trattando dello sviluppo di detta Alga è perciò necessario tener conto di tutte coteste differenti condizioni di *habitat*. Distingueremo in particolare gli individui cresciuti in un ambiente ben aerato, in acque mosse e limpide, da quelli viventi sul suolo umidiccio o sul fondo melmoso di pozze d'acqua stagnanti. Coteste due diverse condizioni possono agevolmente attuarsi mediante particolari espedienti di coltura; e di questi appunto mi sono avvalso nelle mie ricerche.

Fig. 1-3.

Coltivando dei fili dei *G mucosa* in acquari ove l'acqua veniva di continuo rinnovata mediante opportune disposizioni di tubuli di immissione e di efflusso (10), la vegetazione apparisce quanto mai rigogliosa e compiesi in condizioni le più favorevoli. I delicatissimi filamenti si estendono rapidamente in lunghezza conservando sempre lo stesso diametro trasversale. Essi constano di articoli cilindrici larghi 3,5-4 μ. e spesso altrettanto lunghi quanto lo sono in larghezza, talora un po' più ed anche il doppio; su di che non si possono stabilire norme costanti. Alle volte degl'intieri fili presentano articoli brevi; talora altri fili offrono degli articoli alquanto più allungati. Si notano pure dei filamenti con articoli misti ora lunghi, ora tratto tratto corti. Le quali particolarità attenuano senza dubbio le pretese differenze tra diverse forme di questo genere descritte dal Kützing come specie distinte.

Gli articoli sono lievemente contratti alle due estremità in modo che un intiero filamento ai punti di corrispondenza dei setti trasversi presenta lievissime strozzature. Queste, come vedremo, divengono più

---

verata fra le Pleurococcacee; il suo sviluppo è semplicissimo e si compie soltanto per frammentazione del tallo in articoli monocellulari cilindrici; l'Autore non ha riscontrato giammai germi mobili, nè altra maniera di svolgimento; così la *Ulothrix flaccida* è divenuta per il Sig. Gay uno *Stichococcus flaccidus*. Come tali deduzioni debbano essere interpretate, è chiaro. Se il Signor Gay avesse coltivato gli articoli isolati del suo *Stichococcus flaccidus* sotto una corrente di acqua continua in un ambiente ben arieggiato e se avesse seguito lo svolgimento in condizioni meno svantaggiose, si sarebbe convinto che tutto ciò che egli ha osservato, non rappresenta che un esiguo frammento della vita di quell'Alga.

(10) Vedi il mio lavoro *Dei metodi di coltura delle Clorofìcee terrestri* in *Notarisia*, 1891 p. 1257.

Tav. XXXI.

pronunciate laddove i fili crescono sul terreno ed in acque tranquille e stagnanti. Tali differenze sono sovente evidentissime quando si esaminano dei filamenti sparsi sul fondo di un acquario e si confrontano con quelli cresciuti alla superficie dello stesso recipiente.

Le pareti dei singoli articoli sono estremamente tenui e trasparenti, specialmente quelle trasversali. Ogni articolo contiene un solo cromatoforo piuttosto ampio, che ne cinge il contorno nella direzione trasversale. Sovente l'ampiezza del cromatoforo è tale da circondare per intiero il lume della cellula, che apparisce perciò quasi omogeneamente compenetrato dalla sostanza verde; onde il Kützing accennando ai caratteri del contenuto cellulare delle specie di *Glœotila* notava un «endochromate initio effuso homogeneo». I reattivi jodici la soluzione alcoolica dell'acido picrico dimostrano inoltre completa assenza di pirenoide, il che ci permette di distinguere facilmente i fili di questa specie da quelli egualmente tenui di qualche *Ulothrix*.

Nelle condizioni ambienti accennate, i fili si accrescono con molta rapidità e ne derivano dei densi fiocchi verdastri delicatissimi che in poche settimane invadono gli acquari. La moltiplicazione si compie regolarmente ora per frammentazione dei singoli fili in porzioni piuttosto lunghe, ora per mezzo di germi mobili, ora in ultimo col concorso di gonidi immobili protococcoidei.

Fig. 1-3

La frammentazione ha luogo quando i fili hanno raggiunto una considerevole lunghezza. Essi si rompono tratto tratto e prendono origine altrettanti nuovi fili, i quali tosto rapidamente ed indipendentemente si accrescono. Questo fenomeno osservasi parimente nella *Ulothrix flaccida*, specie nelle forme acquatiche della medesima. Esso, come vedremo, esagerasi, maggiormente in tutti quegli individui cresciuti in deficienti condizioni d'umido, ed a tal segno da cessare completamente ogni connessione tra diversi articoli di uno stesso filo; da ciò le forme descritte coi nomi di *Stichococcus* e *Allogonium*.

Fig. 4.

La formazione delle zoospore segue nelle medesime precedenti condizioni di vegetazione. Il fenomeno mi è parso relativamente raro, ma i dati raccolti sono sufficienti per chiarire questa importante fase di sviluppo.

Nel corso delle mie ricerche notavo come alcuni fili, dopo due mesi di prolungate colture, presentavano degli articoli assai più corti

Tav. XXXI. dell'ordinario e la cavità di essi quasi interamente occupata dal cromatoforo. Nell'insieme detti fili offrivano una colorazione verde più intensa. Immediatamente da essi prendevano origine delle zoospore e queste venivano messe in libertà per quasi completa dissoluzione delle pareti delle relative cellule madri. La dissoluzione cominciava da un lato: i germi liberati vedevansi agitarsi alquanto in vicinanza dalla propria cellula generatrice come se si trovassero impigliati in una sorta di tenuissimo muco trasparente. Pochi istanti di poi si sparpagliavano nel liquido ambiente. Dei fili non restava qua e là che qualche traccia indicata da frammenti di pareti affatto vuote e circonfusi da amorfa sostanza gelatinosa capace solamente di essere messa in rilievo dal verde di metile acetico.

In complesso la formazione delle zoospore è preceduta da rapida moltiplicazione degli articoli vegetativi; questi, rimasti brevi, divengono direttamente cellule madri di unica zoospora. Detto processo trova pieno riscontro nella genesi delle zoospore presso la *Ulothrix flaccida* (11).

Fig. 4. Le zoospore sono ovali, con rostro breve, jalino, a cui si inseriscono due esili ciglia; hanno un piccolissimo ocello rossigno; misurano da 3-4 μ. in lunghezza sopra 2,5-3 μ. di larghezza. Dotate di fototactismo positivo si arrestano sulle pareti più esposte alla luce ove germinano immediatamente. Esse sono evidentemente degli organi di riproduzione agamica; in nessun caso potei verificare indizi di copulazione. Germinando essi germi danno rapidamente origine a nuovi filamenti.

La descritta maniera di sviluppo si completa colla formazione di gonidi immobili. Questi nascono per completa separazione degli articoli vegetativi seguita da arrotondamento dei medesimi. Gli elementi sferoidali che ne derivano, seguitano indi a scindersi con piani più

---

(11) Nella *U. flaccida* la moltiplicazione per zoospore osservasi anche presso le forme terrestri e sorprende come detto fenomeno sia interamente sfuggito all'attenzione del Sig. Gay. Sotto il clima di Messina, nelle giornate umide e piovose dell'inverno accade frequentemente di raccogliere dei fili svolgentisi solamente per detti germi. Sono riuscito spesso a ottenere zoospore da fili raccolti su tegoli, sulle pareti di vasi da fiori, su muri ecc. conservandoli in acqua per alcune settimane; l'acqua veniva quasi ogni giorno rinnovata.

o meno regolarmente alternantisi secondo le tre direzioni dello spazio. Mancando gli elementi all'esterno di produzioni gelatinose, essi rimangono o liberi del tutto, o tutto al più formano delle piccole associazioni globoidi assai instabili. Nel corso delle numerose generazioni che si succedono, i conidi mostrano una grande variabilità nelle dimensioni; la forma rimane costantemente quella sferica originaria; così il diametro può variare da un *minimum* di 1,5 μ. ad un *maximum* di 10 μ. In generale si nota un crescente rimpicciolimento nel corso delle generazioni e lo svolgimento ha luogo con rapidità veramente straordinaria, tanto che nonostante che nei miei acquari l'acqua venisse continuamente rinnovata, questa accusava a capo di due mesi un'intensa colorazione verdastra.

Non essendo riuscito a determinare in qual manièra compiasi il passaggio alla forma normale a filamenti, credetti opportuno sottoporre il materiale che era a mia disposizione, a un trattamento diverso da quello finora seguito. Venne sospesa l'immissione di nuova acqua negli acquari e questi furono abbandonati a se stessi per parecchie settimane.

II.

Per effetto delle nuove condizioni di coltura gli acquari si riempivano d'una enorme quantità di germi inquinanti: infusorii, flagellati, bacteri ecc. L'alga persisteva allo stato primitivo tanto nella forma di filamenti quanto in quella protococcoidea. Nel corso di una settimana manifestavasi in alcuni fili la tendenza a scindersi in piccoli frammenti di poche cellule e più tardi tal fenomeno diveniva generale a tutti i filamenti. In seguito cessava quasi del tutto la costituzione di fili e gli articoli, ormai completamente isolati, vedevansi disposti in serie rade ed irregolari. Sotto questa forma, l'Alga rivestiva fedelmente i caratteri di uno *Stichococcus*. Non ho bisogno d'insistere sui particolari di struttura delle cellule spettanti a questa forma; s'intende che anche in questo stadio nessun cambiamento si era verificato nella intima costituzione degli elementi. Evidentemente cotesta nuova maniera di svolgimento è in relazione colle particolari condizioni ambienti il quale elemento è certo di un grandissimo valore

Tav. XXXI. nello studio dei fenonemi di polimorfismo delle Alghe inferiori. A questo proposito occorre che io mi richiami a quanto altrove ho detto rispetto a certe fasi di sviluppo che entrano nella esistenza di talune forme come un vero facoltativo adattamento. Lo stadio *sticocccoide*, come appunto ebbi occasione di dire in altro mio lavoro (12), va precisamente considerato come tale; nella *Glœotila mucosa* infatti, mutate le condizioni di coltura, impedita la rapida alterazione dell'acqua per copioso sviluppo di germi organici inquinanti, manca affatto lo stadio sticococcoide. Nulla di più istruttivo per determinare i rapporti di quest'ultima forma con la precedente a svolgimento normale che eseguire delle colture alla gelatina.

Il metodo delle colture alla gelatina di alghe verdi è stato, com'è noto, non è guari proposto dal signor Beyerinck (13). I risultati dei primi saggi intrapresi dall'Autore sono certamente importanti per la fisiologia di quegli organismi, ma sopratutto essi interessano moltissimo la quistione del polimorfismo. Detto metodo ci dà una prova rigorosamente sperimentale del fatto, già da me parecchie volte accennato nelle pagine precedenti di questi *Studi*, che molte forme inferiori di Cloroficee terrestri possiedano un illimitato potere d'adattamento alle mutabili condizioni dell'ambiente, potendo esse persino crescere in un substrato di natura organica purchè non faccia difetto adeguata umidità. Il sig. Beyerinck notava come preparando della gelatina al 10% in acqua da pozzo senza l'aggiunta di altro materiale nutritizio, venivasi a costituire un substrato molto povero di azoto assimilabile e di fosfati in maniera da rendere le colture esenti quasi completamente da Bacteri incapaci di sciogliere la gelatina. Ed appunto di tale substrato egli si avvaleva per la coltura di alcune alghe. Seguendo io stesso il metodo del Beyerinck ho trovato anzitutto una grande difficoltà ad ottenere delle colture affatto scevre di Bacteri; trasportati questi inevitabilmente insieme agli elementi dell'alga essi si sviluppano più o meno rapidamente secondo la temperatura ambiente. Ad una temperatura inferiore a 13° C. lo sviluppo è len-

---

(12) *Stadi anamorfici di alcune alghe verdi*, nel *Bull. della Società botanica italiana*, luglio 1890.

(13) V. *Botanische Zeit.* 1890.

tissimo; nullo affatto, al di sotto di 10° C. Non così se la temperatura levasi al disopra di 20°; allora per effetto della vegetazione dei bacteri la gelatina rapidamente si scioglie; le chiazze di dissoluzione, corrispondenti ai vari centri di sviluppo, confluiscono nel corso di una giornata in unica area larga quanto è la lastra sulla quale si sono fatte le colture.

Facendo tesoro di tali dati disponevo le mie colture in modo da mettere in rilievo le possibili differenti maniere di azione del substrato sulla vegetazione degli elementi della *Glœotila mucosa.*

La gelatina destinata alle colture veniva preparata secondo i procedimenti usati in Bacterologia e con tutte le più opportune precauzioni di disinfezione e sterilizzazione. Come solvente di 8 parti di gelatina mi sono giovato di 100 parti di acqua di fonte. Nel corso delle sperienze credetti utile aggiungere alla emulsione 10 parti di una decozione molto concentrata di fimo cavallino diminuendo in proporzione la quantità d'acqua. Le colture sono state fatte tanto su lastre quanto in tubi di vetro ed esposte ad una temperatura di 12°-15° C.

Disseminati alcuni fili normali di *G. mucosa* su tale substrato, lo sviluppo si arrestava quasi istantaneamente; nel corso di una settimana si notava però una completa disarticolazione dei detti filamenti; gli articoli, oramai distinti, avevano assunto una forma bislungo-ellipsoide per pronunziato arrotondamento dei due poli opposti e sotto questa forma seguitavano ad accrescersi mediante partizione transversale. A capo d'un mese l'alga aveva raggiunto uno sviluppo più poderoso e si erano formati qua e là sulla superficie della gelatina delle chiazze verdastre piuttosto vistose, corrispondenti ai punti ove l'alga era stata disseminata. Dette aree avevano una forma pressochè circolare. Ivi la gelatina appariva completamente fluidificata e gli elementi vedevansi nuotare in un liquido torbidiccio. A quanto pare la dissoluzione della gelatina si era effettuata sotto la influenza della vegetazione dell'alga, in quantochè se non mancavano degli elementi di Bacteri aerobi, questi erano veramente in tanto scarsa copia da non potere esercitare alcun'azione dissolvente così cospicua.

Aumentando la quantità di materia organica coll'aggiunta di 10 parti di una decozione molto concentrata di fimo cavallino, le nuove colture, istituite col materiale proveniente dalle precedenti si sono

Tav. xxxi. conservate e accresciute per parecchi giorni senza dar luogo a nulla di notevole. L'alga aveva intieramente perduto i caratteri d'un organismo molticellulare; ridotto alla forma di *Stichococcus*, le sue cellule presentavano una grande variabilità nelle dimensioni; parecchie misuravano persino un diametro trasversale di 1,5 μ., altre un maximum di 6 μ. di larghezza. Estremamente variabili apparivano altresì le cellule quanto a lunghezza. Presso alcune la bipartizione si era effettuata assai precocemente, prima, cioè, che l'elemento avesse raggiunto adeguate proporzioni di lunghezza. Questo raccorciamento diveniva una tendenza generale a colture inoltrate, fintanto che le cellule assumevano in ultimo una forma brevemente ellittica, ovale e persino sferica. Notavansi pure delle varianti nella direzione dei piani di scissione delle cellule, cosicchè alle divisioni trasversali vedevansi seguire altresì delle partizioni longitudinali.

Dopo tre mesi di prolungate colture la gelatina veniva invasa copiosamente da batteri e l'intiera superficie si trasformava in una massa di liquido torbidiccio in mezzo a cui trasparivano le aree occupate dalle colonie di *Stichococcus*. Questo repentino sviluppo di germi inquinanti vaattribuito alle mutate condizioni di temperatura ambiente, essendosi questa elevata fino a 20° C. col sopraggiungere della primavera. In seguito a ciò credetti quasi inutile il continuare le mie indagini temendo che la infezione del substrato non sarebbe stata una condizione favorevole all'ulteriore sviluppo dell'Alga; ma dovetti tosto convincermi del contrario. L'inquinamento infatti del *substratum* esercita un'azione molto spiccata sulle cellule di *Stichococcus*; queste divengono a poco a poco sferoidi e la moltiplicazione di esse compiesi ormai per partizioni che si alternano irregolarmente secondo le tre direzioni dello spazio. A volere identificare tale nuova forma di svolgimento con alcune delle specie di Protococcoidee già note non è cosa difficile, e io credo di non ingannarmi indicandola col nome di *Microhalea protogenita* Bias. Questa forma, com'è noto, è frequente nelle colture di alghe fatte in acquari poco arieggiati e in un ambiente ricco di materie organiche. Contraddistinta soltanto dalla piccolezza dei suoi elementi che si vedono raccolti in gruppi di varia estensione, essa può benissimo prendere origine da differenti forme di Cloroficee superiori ridotte allo stato protococcoideo, così come abbiamo visto trat-

tando dello sviluppo del *Protoderma viride* (14), purchè influiscano particolari condizioni organiche del substrato.

Ho tenuto lungamente dietro allo sviluppo di detta forma sia direttamente sulla gelatina, sia disseminando il materiale sul fondo di piccoli acquari. L'acqua presso questi ultimi veniva rinnovata di tanto di tanto; o nonostante siffatta precauzione lo stato d'inquinamento dell'acqua persisteva invariato, favorito dalla temperatura ambiente. In seguito, questi stessi acquari venivano completamente abbandonati a se stessi, e soltanto a rari intervalli vi aggiungevo un pò d'acqua per riparare alla perdita avvenuta per effetto della evaporazione.

La forma monocellulare ottenuta dalle colture alla gelatina si è conservata quasi del tutto inalterata fino al sopraggiungere della state. Le colture venivano però frequentemente rinnovate a misura che progrediva la fluidificazione del substrato. Nel corso delle mie ricerche ho notato una grande variabilità nelle dimensioni degli elementi dell'alga; se ne contavano di quelli aventi un diametro persino di 25 μ. A questi ultimi ho rivolto lungamente la mia attenzione. Essi prendevano origine da elementi normalmente piccoli. Senza mutar di forma, questi vedevansi insensibilmente divenir più grandi e in proporzione crescere, per bipartizione, il numero dei cromatofori. Raggiunto il volume definitivo, dentro la cellula si contava un grande numero di placche clorofillacee di forma lenticolare disposte sulle pareti. Detti elementi offrivano perciò una grande rassomiglianza con quelli di *Botrydiopsis* o meglio di *Polychloris amœbicola* (15). Le quali particolarità farebbero pensare che in tale stato si fosse l'organizzazione delle cellule di *Glœotila* alquanto modificata onde ogni elemento non include ormai che parecchi o molti cromatofori anzichè uno solo. Io non conosco davvero fra le Clorofice inferiori casi di questa indole e sono convinto che se qualcosa di costante esiste presso questi organismi così eminentemente polimorfi considerati nel loro svolgimento, se evvi, dico, qualcosa d'immutabile, ciò risiede nel numero é nella costituzione fondamentale dei cromatofori. E di fatti anche nel caso della

---

(14) V. pag. 252 di questi *Studi*.

(15) Alga papuasica da me recentemente descritta nella *Nuova Notarisia* apr. 1892.

Tav. XXXI.

Fig. 8-13.

Glœotila mucosa siffatti elementi molto vistosi e provvisti di numerosi cromatofori, intimamente indagati, non ismentiscono cotesto principio generale. Potendo disporre di sufficiente materiale ho trattate dette cellule prima col liquido del Kleinenberg, e dopo decolorate mediante l'alcool, furono sottoposte all'azione dell'Ematossilina. I risultati di cotesto procedimento mettevano in rilievo la presenza di molti nuclei corrispondenti al numero delle placche clorofillacee. È quindi d'ammettersi che l'aumento in volume delle descritte cellule è seguito da bipartizione del nucleo originario, bipartizione che procede di pari passo a quella dei cromatofori. Più tardi intorno ad ogni nucleo si costituisce un elemento distinto e così prendono simultaneamente origine tante cellule filiali quanti sono i nuclei tutte di eguale dimensione, perfettamente sferiche, misuranti un diametro di 2-4 μ. e provviste ognuna di un solo cromatoforo. Siffatto processo di formazione cellulare non si allontana quindi dalla regola ordinaria e trova perfetto riscontro nella genesi, in apparenza simultanea, delle zoospore delle Chitridiacee, delle Saprolegniacee ecc.

Il materiale conservato negli acquari mi porgeva occasione di costatare i medesimi fatti; ho notato frequentissima la presenza dei descritti elementi a molti cromatofori, alcuni persino misuranti un diametro di 40 μ.; indi questi vedevansi dissolversi simultaneamente e dar luogo ad un denso cumulo di piccole cellule normali.

Abbandonate le colture per tutta la state e riprese le osservazioni alla fine dell'autunno, scorgevo negli acquari pressochè le stesse condizioni di prima; le cellule di cui si parla, presentavano notevoli differenze di volume; ve ne erano di quelle piccole a pochi cromatofori; altre molto grandi contenenti persino un centinajo di cromatofori e le une e le altre disperse in mezzo a piccoli elementi normali isolati o raccolti in famiglie sferoidi od irregolari. Di più, notavansi manifesti accenni di un cambiamento nella forma di sviluppo finora seguito dall'alga e specialmente era ciò da osservarsi in piccoli elementi forniti di pochi cromatofori, I quali, anzichè scindersi in cellule distinte apparivano trasformati in corpi irregolarmente ramificati. Il numero dei rami parea corrispondesse a quello dei cromatofori dell'elemento iniziale. Era quindi d'arguire che le dette cellule, anzichè sciogliersi in elementi distinti, germinassero direttamente e che i rami

procedessero dallo sviluppo di singoli elementi rimasti associati. Ogni ramulo, così generato, ha il valore di un filamento normale di *Glœotila*; e difatti allungandosi la ramificazione ne derivano tosto delle serie semplici, rivolte verso tutte le direzioni e costituite d'articoli del tipo già descritto.

Se il ritorno alla forma primitiva possa anche aver luogo mediante germinazione delle cellule isolate, non saprei con sicurezza affermarlo; le mie ricerche si sono arrestate a questo punto. In ogni modo tutto ciò che si è detto, dimostra come il ciclo evolutivo della *Glœotila mucosa* non presenta alcuna lacuna.

III.

Le esposte esperienze di coltura provano come la *Glœotila mucosa* sia suscettiva di vivere sopra un substrato ricco di sostanze organiche e che le possibili alterazioni chimiche provocate da agenti zimogeni sul substrato medesimo non arrestano il processo evolutivo; modificano soltanto la forma degli elementi costituitivi forse in seguito alle mutate condizioni di nutrizione (16). Cotesta adattabilità

---

(16) Colture alla gelatina di *Ulothrix flaccida* riescono benissimo; l'alga passa facilmente allo stato di *Stichococcus* e a quello protococcaceo. Esposto il materiale di cultura ad una corrente d'acqua continua le cellule passano allo stato normale di filamenti i quali si moltiplicano poi per zoospore. Tutto ciò dimostra la inattendibilità delle osservazioni del Gay (*l. c.*) circa lo sviluppo di detta specie di *Ulothrix*.

Colonie di *Scenedesmus obliquus* coltivate sulla gelatina preparata coll'aggiunta di una certa quantità di decotto concentrato di fimo cavallino rimangono immutate: trasportate in acqua e coltivate sotto una corrente continua, le cellule si separano, divengono sferoidi e si moltiplicano alla maniera di un *Pleurococcus*. Prolungando le colture si ottengono anche zoospore. Agli stessi risultati si perviene quando si fa gorgoliare nel fondo di acquari contenuti copiosa vegetazione di *Scenedesmus*, dell'ossigeno. Ho coltivato in gelatina il *Pleurococcus vulgaris;* l'emulsione era stata preparata coll'aggiunta del 10% di urina. La divisione delle cellule avveniva lentamente e gli elementi filiali rimanevano aggruppati in plessi tabulari o cubici di maggiore estensione di quello che si osserva ordinariamente in natura.

Curiosi sono i risultati di colture di una specie di *Euglena*. Gli individui

ad un ambiente di natura organica o per lo meno abbondante di materie organiche, deve certamente essere una facoltà generale a molte altre alghe terrestri. Se così non fosse, la flora algologica non sarebbe tanto ricca di rappresentanti e sopratutto quella terrestre di cui le forme preponderano per numero e immensa varietà su quelle particolari alle grandi masse acquee. Debbo a questo proposito notare come di circa 1500 specie (17) appartenenti al grande gruppo delle *Chlorophyceæ zoosporatæ* presso a poco due terzi sono forme eminentemente terrestri nello stretto significato della parola; chè se invero al novero di quest' ultime attribuisco delle specie proprie a' laghi, alle paludi, in fatto esse poi prediligono i bassi fondi, le ripe e tutte le accidentalità della stazione, soggiacendo così alle influenze del continuo variare di livello delle acque; epperò ivi esse rimangono di tanto in tanto allo scoperto disperse sul fondo disseccato o sulle aggiacenze, ove compiono il ciclo di loro sviluppo alla pari delle altre più manifestamente contraddistinte da un *habitat* sul suolo nudo, sui muri ecc. Il numero delle forme marine si riduce ancora, se vi escludiamo quelle specie che crescono negli stagni salmastri del litorale le quali si comportano come tutte le altre palustri d'acqua dolce. La stazione terrestre della più parte delle Cloroficee è la espressione dell' infinito loro potere di adattamento a condizioni ambienti le più variate. E di fatti mentre la vegetazione in seno alle grandi masse acquee è soggetta a influenze più omogenee, più regolari, sul terreno continuo è lo alternarsi delle condizioni d'umido e di secchezza, incessante l'azione di tutti quei fenomeni fisici e chimici determinanti decomposizioni, fermentazioni, alterazioni di ogni sorta della materia organica. Il calorico, la luce ivi esercitano le loro influenze in maniera così efficace-

---

rimanevano sulla gelatina perfettamente illesi. I bacteri che si sviluppano e che rapidamente dissolvono la gelatina stessa, non alterano per nulla le condizioni di vita di quegli organismi; riportati in acqua essi riprendono i loro moti metabolici. Se non ha luogo copioso svolgimento di bacteri, a lungo andare gli individui di *Euglena*, senza punto incistarsi e perfettamente immobili, dopo assunto una forma globosa, si bipartiscono.

Cito di volo questi pochi risultati delle mie colture alla gelatina riservandomi di darne ampi ragguagli in altro mio lavoro.

(17) Ho fatto questo computo seguendo la *Sylloge* del De Toni

mente irregolare e variabile quale non si riscontra nei mari, dove il mezzo serve di regolatore alla trasmissione e diffusione dei raggi luminosi e caloriferi sugli organismi colà viventi, mentre che per le sue chimiche qualità costituisce un substrato poco favorevole allo sviluppo di germi inquinanti.

L'azione esercitata da un *medium* di natura organica è senza dubbio un fatto di capitalissima importanza per renderci conto di questo straordinario polimorfismo proprio a molte forme terrestri. Le conseguenze dovranno essere, io credo, assai differenti, ma purtroppo le risorse sperimentali di cui disponiamo, sono molto deficienti. I metodi di coltura alla gelatina, son certo, potranno agevolare la soluzione di quest'importante problema. Quello che colla scorta di lunga personale esperienza potrei ora dire, come un'ultima parola di conclusione a questo mio lavoro, è che cotesta meravigliosa adattabilità e questo efficace potere di resistenza delle Alghe inferiori alle azioni di microparassiti determinano la esistenza di forme aberranti nella loro tipica costituzione e nello sviluppo, le quali poi per via di scissiparità si conservano indefinitamente quali razze patologiche. I gonidi verdi protococcoidei dei licheni ci porgono un esempio di organismi che si sono adattati ad un'esistenza di questo genere per effetto del parassitismo delle ife. Essi si riproducono soltanto per via di bipartizione; germi mobili prendono origine semplicemente quando i gonidii riacquistano la originaria autonomia. A quanto pare, presso tali forme in genere la riproduzione per germi mobili è sostituita da un semplice atto di divisione vegetativa e tutte persistono allo stato monocellulare. Così è del preteso gruppo delle Pleurococcacee. Quando riflettiamo all'*habitat* delle specie riferite a questa famiglia, e a quello di altre forme dove non è stato ancora osservato un processo di riproduzione per mezzo di zoospore, ci convinciamo vieppiù del valore fisiologico di tutti cotesti plessi sistematici. Cito a questo riguardo i generi *Stichococcus*, *Dactylothece*, *Pleurococcus*, *Schizogonium*, *Hormidium*, *Prasiola*, *Porphyridium*. Alla soppressione di germi mobili si aggiunge presso altre forme la tendenza a produrre delle emergenze cellulosiche a mo' di spuntoni, aculei, papille ecc.; così

nei generi *Scenedesmus, Rhaphidium* (18) *Selenastrum, Actinastrum, Tetraëdron, Reinshiella, Cerasterias, Trochiscia.* Per talune di quest'ultime forme si hanno dati sperimentali ben sicuri per affermare quanta influenza esercita un ambiente di indole organica nella produzione di simili emergenze; così quanto al genere *Scenedesmus* tanto la diretta osservazione (V. pag. 276 e seg.) quanto le colture alla gelatina ce ne danno una prova di assoluta certezza. Mi riservo di trattare ampiamente questa tesi in un altro mio lavoro. Riferendomi intanto ai risultamenti generali di questi miei studi si è autorizzati ad ammettere i seguenti fatti:

1.° Presso le Cloroficee inferiori ed in generale anche presso tutti gli organismi inferiori, la vita, come antitesi di un'organizzazione molto elementare, si compendia in un numero differente di fasi, cui corrispondono altrettante forme di svolgimento, il numero delle quali non è determinato e varia secondo condizioni di luogo e di tempo.

2.° Ogni forma di sviluppo è suscettiva di persistere e rinnovarsi col concorso di germi agamici o per via di scissiparità.

3.° In molti casi cotesto processo d'innovazione si protrae per un tempo indeterminato, restando così in apparenza distrutto ogni nesso colle precedenti forme.

4.° Qualche volta le diverse forme si ripetono con progressiva e regolare successione spegnendosi man mano ogni traccia delle precedenti a misura che nuove hanno origine.

5.° Talune forme entrano nel ciclo normale di esistenza dell'organismo; altre rappresentano delle condizioni del tutto accidentali di organizzazione dovute a congenite aberrazioni morfologiche od a potere nutritizio affievolito, o alterato o modificato da particolari condizioni fisiche e chimiche del substrato, forme tutte capaci di conservarsi per via di scissiparità.

---

(18) Le forme di *Raphidium* prendono origine da fusioni congenite di zoospore; ma esse si conservano indefinitamente per scissiparità in un ambiente ricco di principii organici.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XXXI

Fig. *1-3.* — Diverse forme di filamenti vegetativi ad articoli di varia lunghezza.

» *4.* — Filamento allo stato di svolgimento per zoospore.

» *5.* — Vari stadi di germinazione delle zoospore.

» *6.* — Diverse fasi di sviluppo dei filamenti coltivati sopra un substrato organico (stato sticococcoide).

» *7.* — Ulteriore stadio di sviluppo della forma della figura precedente (forma protococcoide).

» *8.* — Grossi elementi a molti cromatofori procedenti dalle fasi rappresentate dalla figura precedente.

» *9.* — Piccoli elementi a pochi cromatofori.

» *10-13.* — Diversi stadi di svolgimento della forma rappresentata nella figura precedente.

Ingr. $\frac{300}{1}$

NOTE AGGIUNTIVE

Pag. 209.

Il Sig. Chodat (1), studiando lo sviluppo del *Pleurococcus miniatus* Naeg., aggiunge una nuova conferma alle mie osservazioni. Egli ha riconosciuto che quest'Alga moltiplicasi altresì per germi mobili e ciò contrariamente alla opinione di Klebs e di Artari (2), siccome era stato anche da me avvertito. Il Sig. Chodat ha assunto lo stesso *P. miniatus* come tipo di un genere nuovo, *Palmellococcus*, ed io non so con quanto fondamento, stante che molto evidenti sono i rapporti genetici di tale Alga con le *Tentrepohlia* a meno che la specie da me esaminata non fosse qualcosa di diverso da quella studiata dallo stesso Chodat.

Pag. 212.

Ad accrescere il confusionismo intorno al valore sistematico del genere *Pleurococcus* il Sig. Chodat (3) ha di recente coniato un *Pleurococcus* Naeg. che dovrebbe essere qualcosa di diverso di *Pleurococcus* Menegh. Ma tutto ciò che dice il Sig. Chodat della sua Alga, della struttura e sviluppo di essa, non può metterci in imbarazzo, essendo evidente l'errore in cui è incorso il chiarissimo Autore, doppoichè non resta alcun dubbio sui rapporti genetici della forma da lui presa in esame con qualche Uotrichiacea a filamenti ramificati (vero-

---

(1) R. Chodat. *Materieaux pour servir à l'Histoire des Protococcoidées*, nel *Bull. de l'Herb. Boissier* 9 Sept. 1894.

(2) A. Artari, *Untersuchungen über Entwickelung und Systematik einiger Protococcoideen*, Moscou 1892.

(3) *L. c.* pag. 613-616.

similmente *Stigeoclonium*). Appoggiandomi sopra estesi dati sperimentali posso ciò asserire con piena sicurezza. La dissoluzione dei filamenti di *Stigeoclonium* in elementi pleurococcoidei è un fenomeno molto ovvio e sono a questo proposito note le classiche ricerche del Cienkowski. Chi ha un po' di sperienza sulla biologia delle alghe terrestri, sa che la produzione di ampi tegumenti gelatinosi può cessare del tutto per ragioni di luogo e di tempo, in modo che lo stato di *Palmella* non di rado coesiste insieme a quello di *Pleurococcus* in uno stesso organismo. La stessa esperienza ci avverte ancora che lo stadio di sviluppo a zoospore può temporariamente essere soppresso o cessare per uno spazio di tempo più o meno lungo influendovi determinate condizioni ambienti ed allora lo svolgimento dell'alga si compie per la sola via vegetativa o per mezzo di conidi immobili di aspetto pleurococcaceo. Così p. e. la forma aerobia della *Ulothrix flaccida*, che, com'è noto, è tanto diffusa sui muri, sui tetti e in località aperte e secche, non si riproduce per zoospore e passa facilmente allo stadio di *Stichococcus* o di *Pleurococcus* (v. pag. 359 in Nota); vegetando invece in acqua perenne e ben arieggiata, la produzione di germi mobili diventa un fatto normale. Tale considerazione ci autorizza sempre più a ritenere il gruppo delle *Pleurococcacee* affatto insostenibile, dichiarando come molto improbabile che vi sieno Alghe terrestri prive di zoospore o per lo meno che questi organi manchino, quando l'organismo si trovi esposto a persistenti condizioni di abbondante umidità. Chi studia la vita delle Alghe e degli organismi inferiori in genere, non dovrà dimenticare che trattasi di organismi dotati d'immenso potere di adattamento e che la semplicità di loro organizzazione è in perfetta antitesi colla complicata loro esistenza.

Pag. 216.

Il Sig. Wille (1) attribuisce alle cellule di *Pleurococcus* parecchi cromatofori che talora, confluendo insieme, possono confondersi in unico in forma di placca parietale. L'egregio Autore ha evidentemente preso un grande equivoco.

---

(1) Nelle *Pflanzenfam.* di ENGLER e PRANTL.

Pag. 241.

Alle numerose forme attestanti l'esteso polimorformismo delle specie del genere *Prasiola* riferisco ancora la *Ulothrix discifera* Borge (1) e la *Gayella polyrhiza* Kolderup-Rosenvinge (2); la prima concreta in se i caratteri degli stadi di *Hormidium* e *Schizogonium;* io non saprei almeno trovarvi altra sostanziale differenza fra quest'alga ed un *Hormidium parietinum* o uno *Schizogonium murale* salvo che le cellule sono alquanto più schiacciate così come vedesi dalle figure 1 e 2 alligate al lavoro del Sig. Borge. L'altra alga, assunta dal Kolderup-Rosenvirge come tipo del nuovo genere *Gayella*, è addirittura una vera *Prasiola* a frondi anguste filiformi, costituite da poche serie longitudinali di cellule. Il passaggio dallo stadio schizogonioide a questa fase e molto evidente, così come è stato benissimo indicato dal chiarissimo Autore.

Pag. 349.

L'Alga assunta come tipo del genere *Nordstedtia* veniva già da me considerata quale identica all'*Aphanochæte globosa* (Nordst.). In seguito alle recenti ricerche del D.r H. Klebahn (3) sono autorizzato a ritenere che fra le due forme suddette non esista alcuna relazione e che quindi il genere *Nordstedtia* debba considerarsi come rappresentante di una forma affatto nuova, mentre l'*Aphanochæte globosa* (Nordst.) va riferita al genere *Chætosphæridium* Klebahn. Quest'ultimo per via delle setole provviste di guaina basilare, deve naturalmente ascriversi alle Acrochtee e così pure per le stesse ragioni vi si dovranno includere gli altri nuovi generi stabiliti dal Klebahn, cioè *Conochæte* e *Dicoleon*.

---

(1) O. Borge. *Chlorophyllophyceer från Norska Finmarcken* nel *Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar,* Vol. 17° fasc. III.

(2) L. Kolderup-Rosenvinge *Grönlands Havalger*, nel *Saertryk af «Meddelelser om Grönland»* III pag. 936-939.

(3) N. Klebahn. *Zur Kritik einiger Algengattungen,* nei Pringsh. *Jahrb. fr. wiss. Bot.* XXV, 2° fasc, 278 e seg.

Pag. 350.

Nel riassumere i caratteri che distinguono le Chetoforee dalle Acrochetee e Chetopeltee, fu omessa la indicazione che le appendici setoliformi possono essere anche *semplici*. Mi affretto a fare questa correzione per chiarire un equivoco cui potrebbe dar luogo la mia affermazione. E difatti tanto il genere *Herposteiron* Naeg., quanto il genere *Phoeophila* possiedono delle setole semplici e non provviste di guaina basilare in modo che la lor natura rameale risalta distinta; su questo criterio appunto mi son fondato per riunire i detti generi agli *Stigeoclonium*, *Chaetophora* etc.

1

3

4

7

5

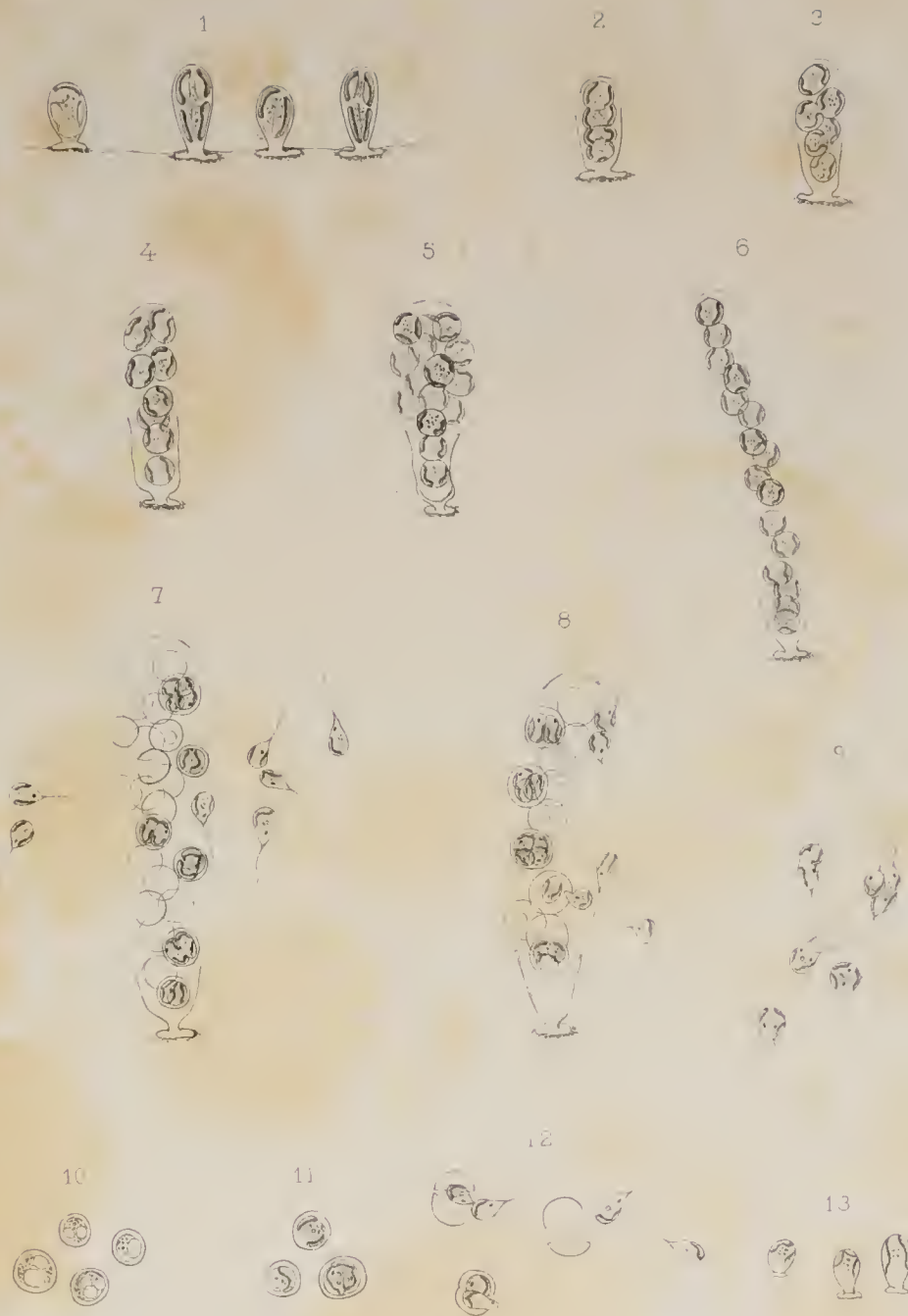
8

9

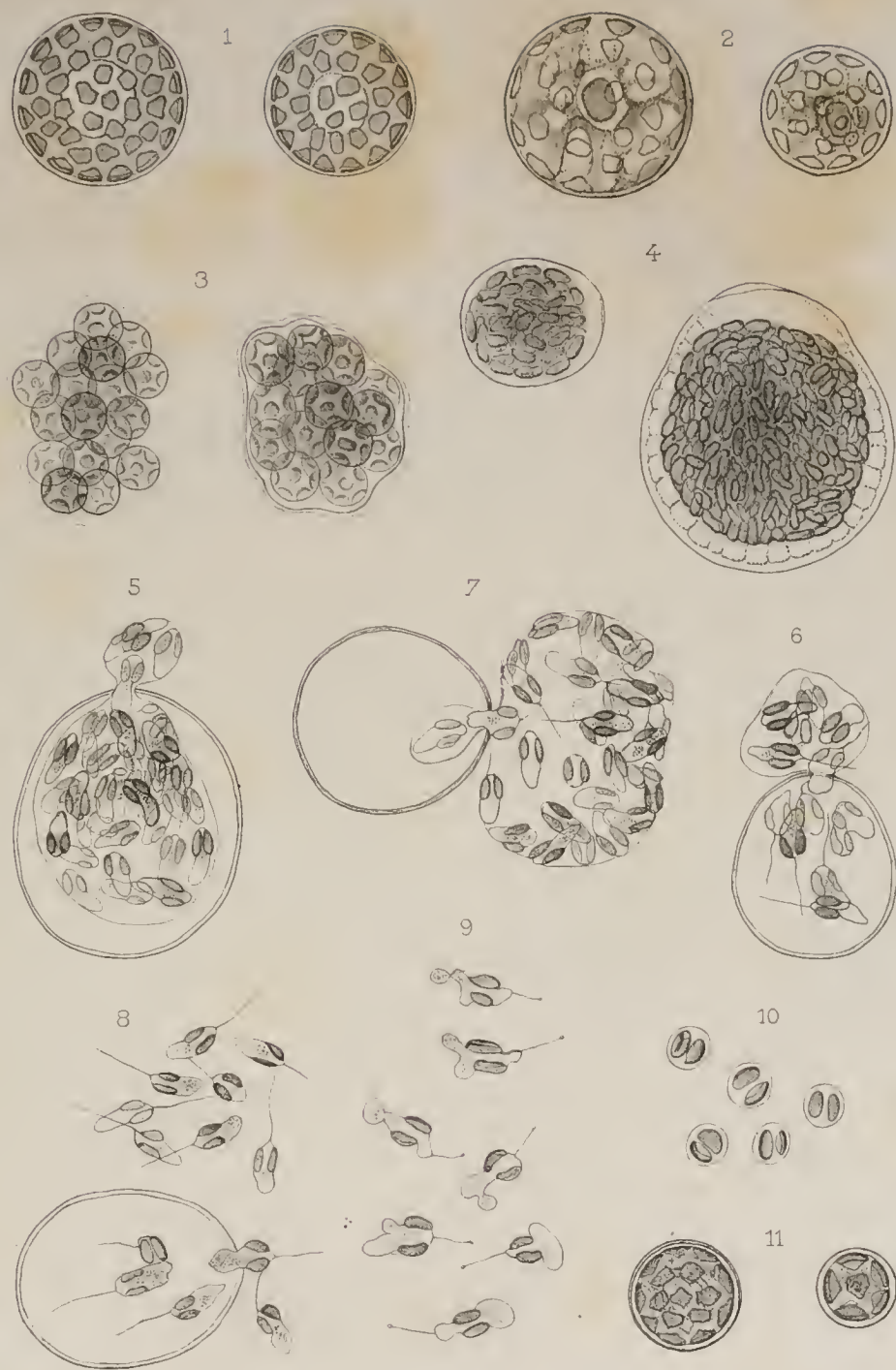
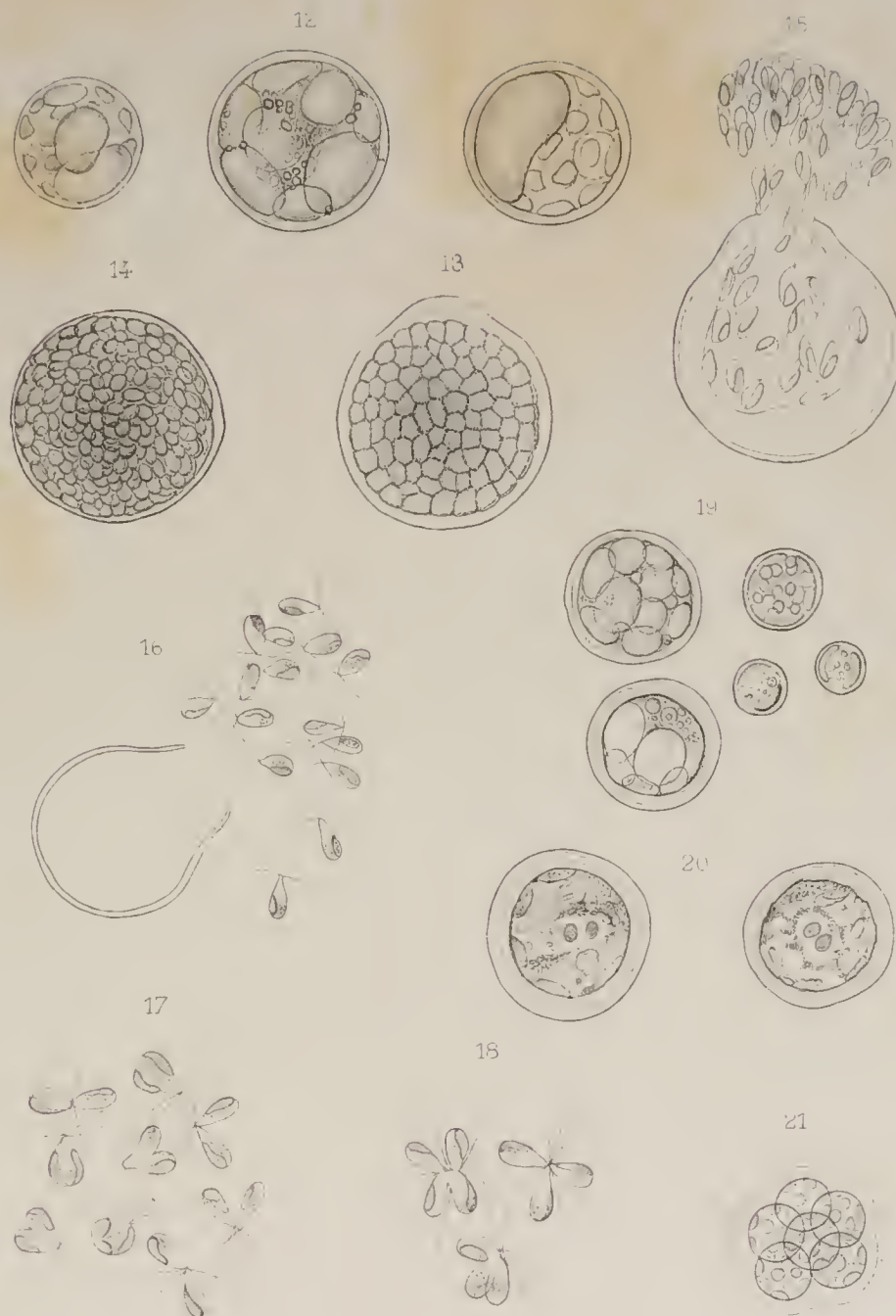
10

6

Auct. ad nat del. *Lit Salussolia, Torino*

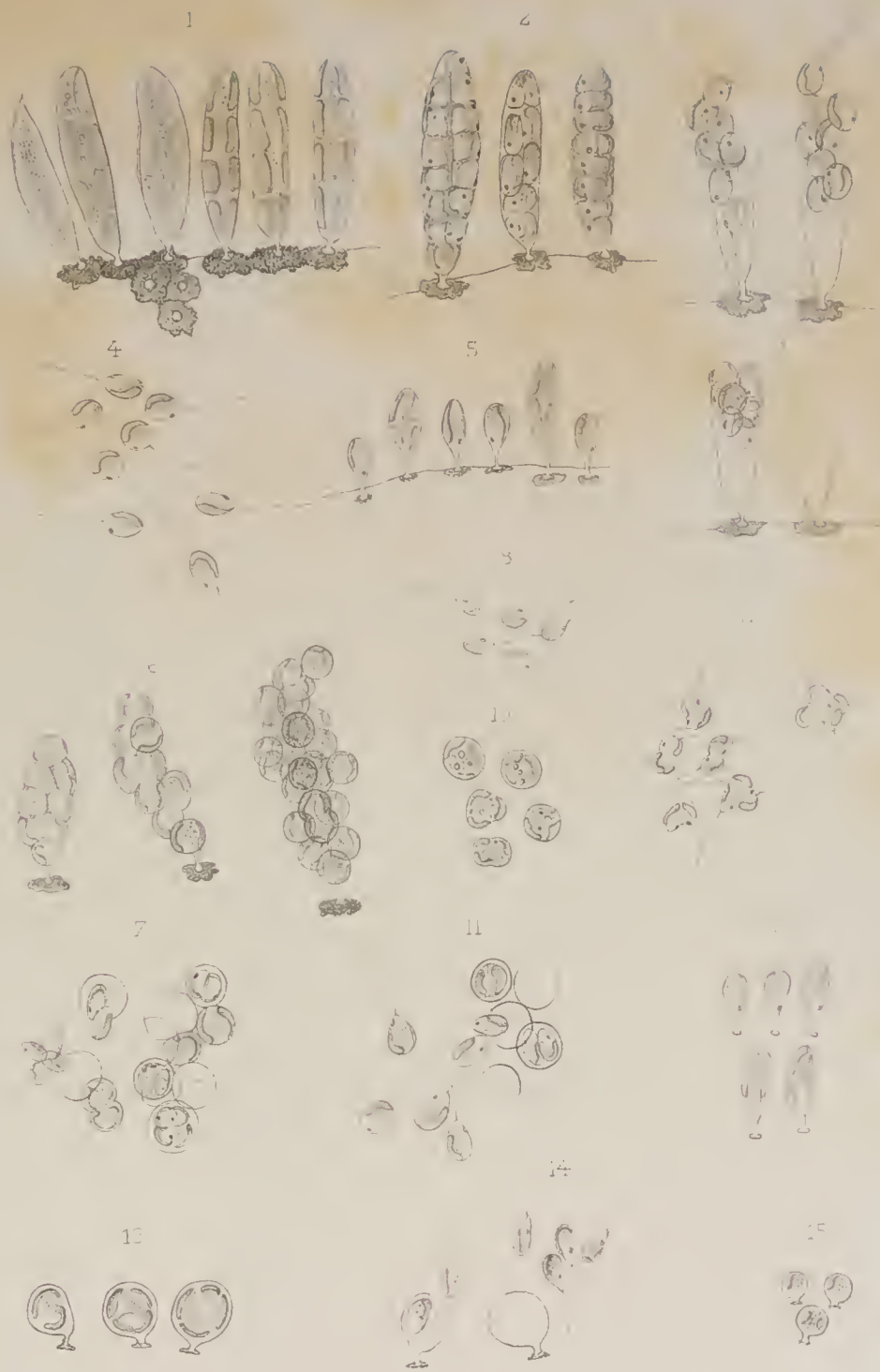
MISCHOCOCCUS CONFERVICOLA, Nag

Auct. ad nat. del.

Lit. Salussolia, Torino

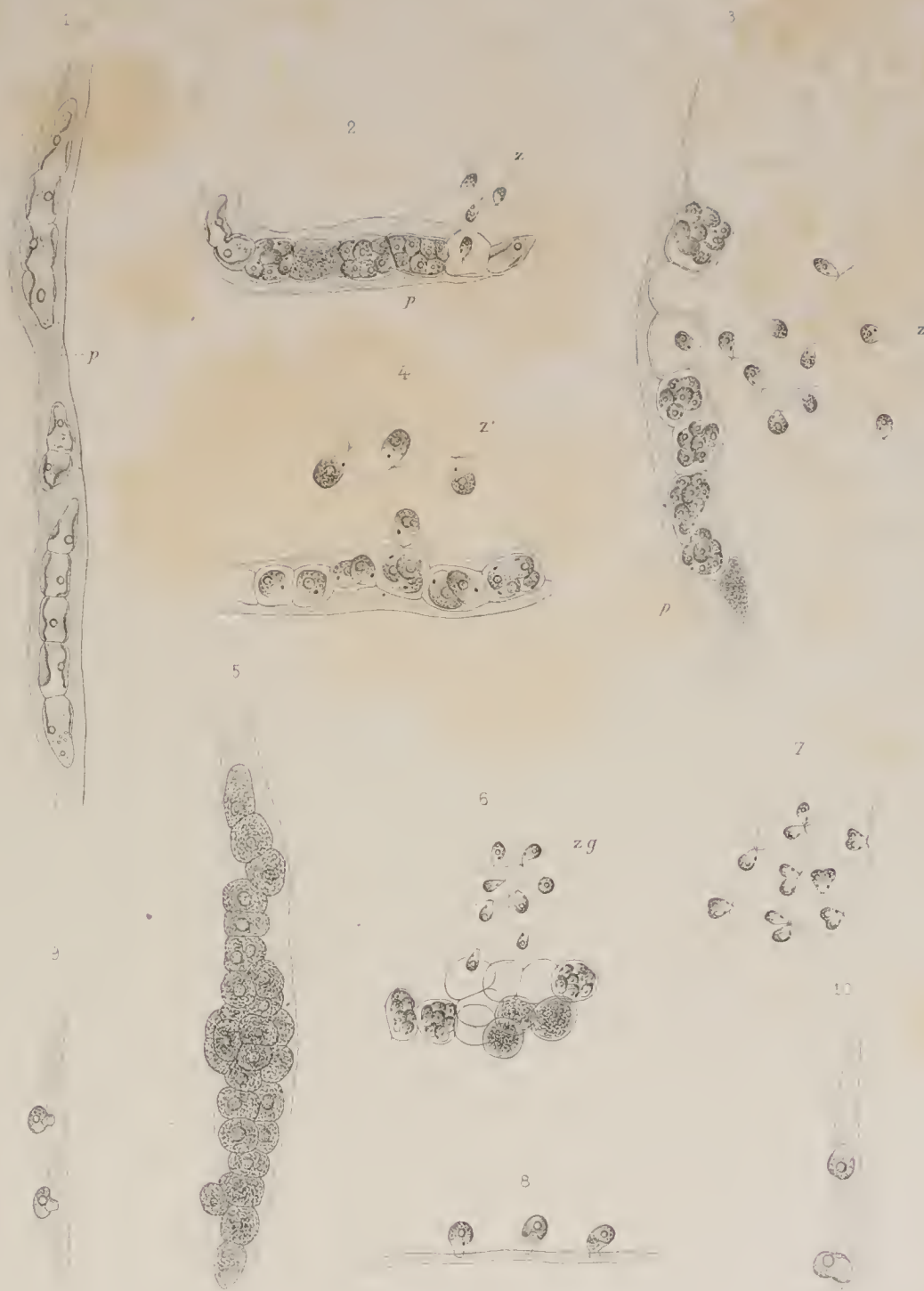
CHLOROTHECIUM PIROTTAE. Borzì

Auct ad nat. del. *Lit. Salussolia. Torino*

BOTRYDIOPSIS ARHIZA, Borzi

Auct. ad nat. del.

Lit. Salussolia, Torino

BOTRYDIOPSIS ARHIZA, Borzi

Auct ad nat. del

Lit. Salussolia. Torino

CHARACIOPSIS MINUTA, Borzi (Fig [illegible]) - C. GIBBA, Borzi (Fig 13-15)

Auct. ad nat. del. Lit. Salussolia, Torino

ENTONEMA SUBCORTICALE, Reinsch

Auct. ad nat. del　　BUMILLERIA, Borzì (HORMOTHECA Borzì)　　*Pecarotta lith.*

lit. Visconti Palermo.

Auct. ad nat. del BUMILLERIA Borzi HORMOTHECA Borzi *Pecarotta lith.*

lit. Visconti Palermo.

Auct. ad nat. del

PRASIOLA, Ag.

Pecarotta lith.

Lit. Visconti Palermo.

Auct. ad nat. del PRASIOLA, Ag. *Pecarotta lith*

lit. Visconti Palermo.

Auct. ad nat. del.

PRASIOLA, Ag.

lit. Visconti Palermo.

Auct ad nat. del

Lit. Salussolia, Torino

PROTODERMA VIRIDE Kütz

Auct. ad nat. del.

Lit. Salussolia Torino

PROTODERMA VIRIDE Kutz.

Auct ad nat. del. Lit. Salussolia, Torino

PROTODERMA VIRIDE, Kütz

Auct. ad nat. del. Lit. Salussolia Torino

PROTODERMA VIRIDE, Kütz

Auct. ad nat. del. CHLOROCLONIUM Borzì lit. Visconti Palermo

Auct. ad nat. del. CHLOROCLONIUM Borzì *lit. Visconti Palermo.*

Auct. ad nat. del PLEUROTHAMNION PAPUASICUM *lit. Visconti Palermo*

Auct. ad nat. del. PLEUROTHAMNION PAPUASICUM *lit. Visconti*

Auct. ad nat. del. CHAETOPELTIS ORBICULARIS Berth. *lit. Visconti Palermo.*

Auct. ad nat. del CHAETOPELTIS ORBICULARIS Berth. *lit. Visconti Palermo.*

Auct. ad nat. del. GLOEOTILA, Kütz. *lit. Visconti Palermo.*

STUDI ALGOLOGICI

SAGGIO DI RICERCHE

SULLA

BIOLOGIA DELLE ALGHE

DI

ANTONINO BORZÌ

Prof. di Botanica nella R. Università di Messina

Fasc. I con IX tavole

MESSINA

GAETANO CAPRA E C.° EDITORI

1883.

ERRATA	CORRIGE
Pag. 11, lin. 31 Germinazione	Gemmazione
» 25, » 4 *Clodophora*	*Cladophora*
» 25, » 4 *Apyocistis*	*Apiocystis*

Prezzo del presente fascicolo:

Lire 25.

STUDI ALGOLOGICI

SAGGIO DI RICERCHE

SULLA

BIOLOGIA DELLE ALGHE

DI

ANTONINO BORZÌ

Professore Ordinario di Botanica nella R. Università
e Direttore dell'Orto Botanico di Palermo

Fasc. II Tav. X-XXXI

PALERMO
ALBERTO REBER
LIBRERIA CARLO CLAUSEN

MDCCCXCV.

Pubblicazioni dello stesso Autore

Studi algologici Fasc. I, in 4. di pag. VIII-120 con 9 tav., 1883 L. 25 —

Sommario: Chlorophyceae: *Ulva* L. (Tav. I) — *Leptosira* gen. nov. (Tav. II) — *Ctenocladus* gen. nov. (Tav. III-IV) — *Chladophora* Kutz. (Tav. V) — *Physocytium* (Tav. VI) — *Kentrosphaera* gen. nov. (Tav. VII) — *Hormotila* gen. nov. (Tav. VIII) — Aggiunte.

— — Fasc. III ed ultimo c. 5 tavole, costerà . . . . » 15 —
(*in corso di stampa*)

Contribuzioni alla Biologia vegetale. Fasc. I. in-8 gr. di pag. 192 c. 6 tav. in litogr. 1894 . . . . » 12 —

Sommario: *Nicotra L.*, Contribuzione alla biologia Fiorale del genere " Euphorbia „.
Borzì A., Cristalloidi nucleari di " Convolvolus „.
Paratore E., Gynerium argenteum H. e B., con 1 tav.
Pistone A., Le liane del genere " Solandra „ con 3 tav.
Ross K.. Sugli acarodomazî di alcune Ampelidee con 1 tav.
Lanza D., Note di biologia fiorale, con 1 tav.
Borzì A., Contribuzioni alla biologia del frutto : I. Apparati d'aerazione dei pericarpi — II. Apparati adesivi dei frutti di alcune piante murarie.
— Note alla biologia delle xerofile della regione insulare mediterranea.

— — Fasc. II. (*in corso di stampa*).

B